



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación del SMED para incrementar la productividad en la
línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera Huachipa
2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Medina Díaz, Emer (ORCID: 0000-0001-6745-5446)

Oriundo Gamarra, José Luis Giancarlos (ORCID: 0000-0003-1430-7858)

ASESOR(A):

Mg. Jaime Enrique Molina Vílchez (ORCID:0000-0001-7320-0618)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

Lima-Perú

2020

DEDICATORIA

Dedicamos nuestro trabajo de investigación a nuestras familias por su apoyo incondicional y mantenerse a nuestro lado durante todo el tiempo que nos ha tomado nuestra carrera universitaria y el realizar este estudio para conseguir nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la vida y bendecirnos en cada decisión que tomamos.

Agradecemos a nuestros padres por enseñarnos buenos valores y brindarnos su apoyo incondicional sin ellos nada esto sería posible.

Agradecemos a nuestros profesores por sus enseñanzas, tiempo y dedicación para enriquecer nuestros conocimientos.

Agradecemos a nuestros compañeros de estudios por su amistad y apoyo en nuestro proceso académico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO TEÓRICO.....	21
TEORÍAS RELACIONADAS	25
III. METODOLOGÍA.....	29
3.1 Tipo y diseño de investigación	30
3.2 Variables y Operacionalización	32
3.3 Población, muestra y muestreo.....	33
3.3.1 Población	33
3.3.2 Muestra.....	34
3.3.3 Muestreo.....	34
3.3.4 Unidad de análisis.....	35
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.4.1 Técnica	35
3.4.2 Instrumentos de recolección de datos	35
3.4.3 Validez del Instrumento	36
3.4.4 Confiabilidad del instrumento.....	37
3.5 Procedimientos	37
3.5.1 Breve Reseña de la Empresa	37
3.5.2 Situación Actual de la Empresa	42
3.5.3 DATOS PRE – TEST	45
3.5.4 Desarrollo de la propuesta de mejora	76
3.5.5 DATOS POST – TEST.....	89
3.5.6 Análisis del grupo de control y grupo experimental.....	120
3.5.7 Análisis económico financiero.....	125
3.6 Método de análisis de datos	129
3.7. Aspectos éticos	130
IV. RESULTADOS.....	131

4.1 Variable Independiente: Técnica SMED	132
4.2 Variable Dependiente: Productividad	133
4.3 Análisis estadístico descriptivo.....	135
4.3.1 Análisis estadístico descriptivo de la variable independiente.....	135
4.3.2 Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente	139
4.4 Análisis inferencial de la variable dependiente	157
V. DISCUSIÓN	165
VI. CONCLUSIONES	170
VII. RECOMENDACIONES	172
REFERENCIAS	174
ANEXOS.	180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de correlación</i>	18
Tabla 2. <i>Puntaje y Distribución de Frecuencia</i>	18
Tabla 3. <i>Matriz de Priorización de Causas por Resolver</i>	20
Tabla 4. <i>Cuadro de alternativas de solución</i>	20
Tabla 5. <i>Validación de Juicio de Expertos</i>	36
Tabla 6. <i>Tripulación de Imprenta Martín 618</i>	43
Tabla 7. <i>Criterios de Exclusión Etapa Pre – Test</i>	46
Tabla 8. <i>Días Tomados Para la Data Pre – Test (julio, agosto, Setiembre 2019)</i> 46	
Tabla 9. <i>Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 618 (Pre - Test)</i>	47
Tabla 10. <i>Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 618 (Pre - Test)</i>	47
Tabla 11. <i>Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 618 (Pre - Test)</i>	48
Tabla 12. <i>Data Pre – Test Imprenta Martín 618 (Variable Independiente)</i>	48
Tabla 13. <i>Data Productividad Julio Imprenta Martín 618 (Pre- Test)</i>	49
Tabla 14. <i>Data Productividad Agosto Imprenta Martín 618 (Pre- Test)</i>	51
Tabla 15. <i>Data Productividad Setiembre Imprenta Martín 618 (Pre- Test)</i>	53
Tabla 16. <i>Resumen de Productividad Imprenta 618 (Pre-Test)</i>	55
Tabla 17. <i>Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 616 (Pre-Test)</i>	56
Tabla 18. <i>Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 616 (Pre - Test)</i>	57
Tabla 19. <i>Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 616 (Pre - Test)</i>	57
Tabla 20. <i>Data Pre - Test Imprenta Martín 616 (variable Independiente)</i>	57
Tabla 21. <i>Data Producción Julio Imprenta Martín 616 (Pre – Test)</i>	59
Tabla 22. <i>Data Producción Agosto Imprenta Martín 616 (Pre – Test)</i>	61
Tabla 23. <i>Data Producción Setiembre Imprenta Martín 616 (Pre – Test)</i>	63
Tabla 24. <i>Data Productividad Setiembre Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	65
Tabla 25. <i>Tiempo de Cambio Julio Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	66
Tabla 26. <i>Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	67
Tabla 27. <i>Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	67
Tabla 28. <i>Datos Pre – Test Imprenta Bobst 618 (Variable Independiente)</i>	67
Tabla 29. <i>Data Productividad Julio Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	69
Tabla 30. <i>Data Productividad Agosto Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	71
Tabla 31. <i>Data Productividad Setiembre Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	73
Tabla 32. <i>Resumen de productividad Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)</i>	75
Tabla 33. <i>Diagrama Gantt de Ejecución</i>	77
Tabla 34. <i>Tiempos de Cambios Medidos por número de colores</i>	83
Tabla 35. <i>Criterios de Exclusión Etapa Post – Test</i>	89
Tabla 36. <i>Días Tomados para la Data Post – Test (julio, agosto, setiembre 2020)</i>	90
Tabla 37. <i>Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 618 (Post – Test)</i>	90
Tabla 38. <i>Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 618 (Post – Test)</i>	91
Tabla 39. <i>Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 618 (Post – Test)</i>	91
Tabla 40. <i>Data Post – Test Imprenta Martín 618 (Variable Independiente)</i>	91
Tabla 41. <i>Data Productividad Julio Imprenta Martín 618 (Post – Test)</i>	93
Tabla 42. <i>Data Productividad Agosto Imprenta Martín 618 (Post – Test)</i>	95
Tabla 43. <i>Data Productividad Setiembre Imprenta Martín 618 (Post – Test)</i>	97
Tabla 44. <i>Resumen de Productividad Imprenta Martín 618 (Post – Test)</i>	99

Tabla 45. <i>Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 616 (Post – Test)</i>	100
Tabla 46. <i>Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 616 (Post – Test)</i>	101
Tabla 47. <i>Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 616 (Post – Test)</i>	101
Tabla 48. <i>Data Post – Test Imprenta Martín 616 (Variable Independiente)</i>	102
Tabla 49. <i>Data Productividad Julio Imprenta Martín 616 (Post - test)</i>	103
Tabla 50. <i>Data Productividad Agosto Imprenta Martín 616 (Post - test)</i>	105
Tabla 51. <i>Data Productividad Setiembre Imprenta Martín 616 (Post - test)</i>	107
Tabla 52. <i>Resumen de Productividad Imprenta Martín 616 (Post – Test)</i>	109
Tabla 53. <i>Tiempo de Cambio Julio Imprenta Bobst 618 (Post- Test)</i>	110
Tabla 54. <i>Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Bobst 618 (Post- Test)</i>	111
Tabla 55. <i>Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Bobst 618 (Post- Test)</i>	111
Tabla 56. <i>Data Post – Test Imprenta Bobst 618 (Variable Independiente)</i>	112
Tabla 57. <i>Data Productividad Julio Imprenta Bobst 618 (Post - test)</i>	113
Tabla 58. <i>Data Productividad Agosto Imprenta Bobst 618 (Post - test)</i>	115
Tabla 59. <i>Data Productividad Setiembre Imprenta Bobst 618 (Post - test)</i>	117
Tabla 60. <i>Resumen de Productividad Imprenta Bobst 618 (Post – Test)</i>	119
Tabla 61. <i>Recursos tangibles según clasificación MEF utilizados en el proyecto</i>	125
Tabla 62. <i>Recursos intangibles según clasificación MEF utilizados en el proyecto</i>	125
Tabla 63. <i>Resumen de costos tangibles e intangibles utilizados en el proyecto</i>	126
Tabla 64. <i>Costos en la producción antes de la mejora</i>	126
Tabla 65. <i>Costos en la producción después de la mejora</i>	127
Tabla 66. <i>Análisis económico financiero</i>	128
Tabla 67. <i>Resultados obtenidos del SMED en el Pre-test y Post-test</i>	132
Tabla 68. <i>Resultados obtenidos de la productividad en el Pre-test y Post-test</i> ..	133
Tabla 69. <i>Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la dimensión tiempo de cambio en la variable independiente</i>	135
Tabla 70. <i>Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la dimensión tiempo de cambio en la variable independiente</i>	137
Tabla 71. <i>Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la dimensión utilización de máquina en la variable independiente</i>	137
Tabla 72. <i>Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la dimensión utilización de máquina en la variable independiente</i>	139
Tabla 73. <i>Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficiencia</i>	139
Tabla 74. <i>Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficiencia</i>	141
Tabla 75. <i>Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficacia</i>	141
Tabla 76. <i>Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficacia</i>	143
Tabla 77. <i>Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la productividad</i>	143
Tabla 78. <i>Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la productividad</i>	145
Tabla 79. <i>Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Martín 616</i>	145

Tabla 80. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Martín 616.....	147
Tabla 81. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Martín 616	147
Tabla 82. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Martín 616	149
Tabla 83. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Martín 616	149
Tabla 84. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Martín 616	151
Tabla 85. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Bobst 618	152
Tabla 86. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Bobst 618.....	153
Tabla 87. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Bobst 618	154
Tabla 88. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Bobst 618	155
Tabla 89. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Bobst 618	156
Tabla 90. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Bobst 618	157
Tabla 91. Tabla decisión de datos paramétricos y no paramétricos.....	158
Tabla 92. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la productividad	159
Tabla 93. Comparación de medias de productividad Pre-test y Post-test con T-Student.....	160
Tabla 94. Prueba T-Student de la productividad para contrastación de significancia.....	160
Tabla 95. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la eficiencia.....	161
Tabla 96. Comparación de medias de eficiencia Pre-test y Post-test con T-Student	162
Tabla 97. Prueba T-Student de la productividad para contrastación de significancia.....	162
Tabla 98. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la eficacia	163
Tabla 99. Comparación de medias de eficacia Pre-test y Post-test con T-Student	164
Tabla 100. Prueba T-Student de la eficacia para contrastación de significancia	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa	17
Figura 2. Diagrama de Pareto	19
Figura 3. Estratificación por Área.....	19
Figura 4. Tiempo de cambio antes del SMED	26
Figura 5. Tiempo de cambio luego del SMED	27
Figura 6. Mejora en producción de variedad de lotes.....	27
Figura 7. Organigrama Gerencial de la Empresa.....	38
Figura 8. Mapa de Procesos.....	39
Figura 9. Principales Productos	42
Figura 10. Organigrama del área Cajas Huachipa.....	42
Figura 11. Imprenta Flexográfica Martín 618.....	44
Figura 12. Layout de la máquina Martín 618.....	44
Figura 13. Flujograma de proceso de impresión cajas de cartón.....	45
Figura 14. Datos Pre- Test Imprenta Martín 618 variable independiente	48
Figura 15. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 618 Pre – Test 2019.....	50
Figura 16. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 618 Pre – Test 2019.....	52
Figura 17. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Martín 618 Pre-Test 2019	54
Figura 18. Datos Pre-Test de la eficacia en la imprenta Martín 618.....	55
Figura 19. Datos Pre-Test de la eficiencia en la imprenta Martín 618.....	55
Figura 20. Datos Pre- Test de la Productividad en la Imprenta Martín 618.....	56
Figura 21. Datos Pre - Test de la Imprenta Martín 616 Variable Independiente.....	58
Figura 22. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 616 Pre – Test 2019.....	60
Figura 23. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 616 Pre – Test 2019.....	62
Figura 24. Gráfica de productividad del mes de Setiembre para la Imprenta Martín 616 Pre – Test 2019.....	64
Figura 25. Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Martín 616.....	65
Figura 26. Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Martín 616.....	65
Figura 27. Datos Pre -Test de la Productividad en la Imprenta Martín 616.....	66
Figura 28. Datos Pre - Test de la Imprenta Bobst 618 Variable Independiente.....	68
Figura 29. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Bobst 618 Pre – Test 2019.....	70
Figura 30. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Bobst 618 Pre – Test 2019.....	72
Figura 31. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Bobst 618 Pre – Test 2019.....	74
Figura 32. Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Bobst 618.....	75
Figura 33. Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Bobst 618.....	75
Figura 34. Datos Pre - Test de la Productividad en la Imprenta Bobst 618.....	76
Figura 35. Actividades Internas / Método Actual.....	79
Figura 36. Actividades Externas / Método Actual.....	79

Figura 37. Diagrama de Operaciones de Proceso Cambio de cuatro colores a cuatro colores.....	81
Figura 38. Cámara de rasqueta con aspersores nuevos y usados.....	82
Figura 39. Repuestos nuevos de los aspersores.....	82
Figura 40. Actividades Internas / Método Mejorado	84
Figura 41. Actividades Externas /Método Mejorado	84
Figura 42. Capacitación del Personal sobre la Técnica SMED	85
Figura 43. Actividades Externas / Tiempos Máximos por Actividades	86
Figura 44. Actividades Internas / Tiempos Máximos por Actividades.....	87
Figura 45. Actividades de Pre - Alistamiento.....	88
Figura 46. Programación Requerida en el PC-Topp por el Área de PCP.....	89
Figura 47. Datos Post - Test Imprenta Martín 618 Variable Independiente.....	92
Figura 48. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 618 Post – Test 2020.....	94
Figura 49. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 618 Post – Test 2020.....	96
Figura 50. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Martín 618 Post – Test 2020.....	98
Figura 51. Datos Post - Test de la Eficiencia En la Imprenta Martín 618.....	99
Figura 52. Datos Post - Test de la Eficiencia en la Imprenta Martín 618.....	99
Figura 53. Datos Post - Test de la Productividad en la Imprenta Martín 618.....	100
Figura 54. Datos Post - Test de la Imprenta Martín 616 Variable Independiente	102
Figura 55. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 616 Post – Test 2020.....	104
Figura 56. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 616 Post – Test 2020.....	106
Figura 57. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Martín 616 Post – Test 2020.....	108
Figura 58. Datos Post - Test de la Eficacia en la Imprenta Martín 616	109
Figura 59. Datos post - Test de la Eficacia en la Imprenta Martín 616.....	109
Figura 60. Datos Post test de la Productividad en la Imprenta Martín 616.....	110
Figura 61. Datos Post - Test Imprenta Bobst 618 Variable Independiente.....	112
Figura 62. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Bobst 618 Post – Test 2020.....	114
Figura 63. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Bobst 618 Post – Test 2020.....	116
Figura 64. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Bobst 618 Post – Test 2020.....	118
Figura 65. Datos Post - Test de la Eficiencia en la Imprenta Bobst 618	119
Figura 66. Datos Post - Test de la Eficiencia en la imprenta Bobst 618.....	120
Figura 67. Datos Post - Test de la Productividad en la Imprenta Bobst 618	120
Figura 68. Análisis de los tiempos de cambio setup del grupo experimental y grupo de control.....	121
Figura 69. Gráfica comparativa del grupo experimental y grupo de control en la etapa Pre-test 2019	122
Figura 70. Gráfica comparativa del grupo experimental y el grupo de control en la etapa Post-test 2020.....	123

Figura 72. <i>Análisis Post-test del grupo experimental y grupo de control de la variable independiente</i>	124
Figura 71. <i>Análisis Pre-test del grupo experimental y grupo de control de la variable independiente</i>	124
Figura 73. <i>Resultados Pre-test y Post-test de la variable independiente</i>	133
Figura 74. <i>Resultados Pre-test y Post-test de la variable dependiente</i>	134
Figura 75. <i>Histograma tiempo de cambio Pre – Test Grupo Experimental</i>	136
Figura 76. <i>Histograma tiempo de cambio Post – Test Grupo Experimental</i>	136
Figura 77. <i>Histograma Utilización de máquina Pre– Test Grupo Experimental</i>	138
Figura 78. <i>Histograma Utilización de máquina Post– Test Grupo Experimental</i>	138
Figura 79. <i>Histograma Eficiencia Pre– Test Grupo Experimental</i>	140
Figura 80. <i>Histograma Eficiencia Post– Test Grupo Experimental</i>	140
Figura 81. <i>Histograma Productividad Pre – Test Grupo Experimental</i>	144
Figura 82. <i>Histograma Productividad Post– Test Grupo Experimental</i>	144
Figura 83. <i>Histograma Eficiencia Pre– Test Grupo Control Martín 616</i>	146
Figura 84. <i>Histograma Eficacia Pre – Test Grupo Control Martín 616</i>	146
Figura 85. <i>Histograma Eficacia Post – Test Grupo Control Martín 616</i>	148
Figura 86. <i>Histograma Eficacia Pre – Test Grupo Control Martín 616</i>	148
Figura 87. <i>Histograma Productividad Pre – Test Grupo Control Martín 616</i>	150
Figura 88. <i>Histograma Productividad Post– Test Grupo Control Martín 616</i>	150
Figura 89. <i>Histograma Eficiencia Pre– Test Grupo Control Bobst 618</i>	152
Figura 90. <i>Histograma Eficiencia Post– Test Grupo Control Bobst 618</i>	153
Figura 91. <i>Histograma Eficacia Pre – Test Grupo Control Bobst 618</i>	154
Figura 92. <i>Histograma Eficacia Post – Test Grupo Control Bobst 618</i>	155
Figura 93. <i>Histograma Productividad Pre – Test Grupo Control Bobst 618</i>	156
Figura 94. <i>Histograma Productividad Post– Test Grupo Control Bobst 618</i>	157

RESUMEN

La implementación del SMED para incrementar la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera Huachipa 2020, es el título de la presente investigación que tuvo como objetivo general implementar el SMED para incrementar la productividad en dicha empresa.

El tipo de investigación es aplicada, su enfoque es cuantitativo, de nivel explicativo, ya que se mostró la relación causa efecto entre la variable independiente (SMED) y la variable dependiente (Productividad); finalmente el diseño es experimental de tipo cuasi-experimental con carácter longitudinal, donde se analizarán el grupo experimental y el grupo de control.

La población estuvo compuesta por los tiempos de los cambios de formatos (SETUP) para cada O/T producidas de la imprenta Martín 618, los cuales son estratificados por días de producción, siendo igual que la muestra.

Demostrando que la implementación del SMED incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera Huachipa 2020.

Se llegó a la conclusión que implementar el SMED incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera Huachipa 2020, en un 52.65%, asimismo se logró incrementar la eficiencia en un 23.14% y la eficacia en un 28.77%.

Palabras claves: SMED, Productividad, Eficiencia, Eficacia.

ABSTRACT

The implementation of the SMED to increase productivity in the Martín 618 flexographic line in a Huachipa 2020 cardboard company, is the title of this research that had the general objective of implementing the SMED to increase productivity in said company.

The type of research is applied, its approach is quantitative, explanatory level, since the cause-effect relationship between the independent variable (SMED) and the dependent variable (Productivity) was shown; finally, the design is experimental of a quasi-experimental type with a longitudinal character, where the experimental group and the control group will be analyzed.

The population was made up of the times of the format changes (SETUP) for each O / T produced from the Martín 618 press, which are stratified by production days, being the same as the sample.

Demonstrating that the implementation of the SMED increases productivity in the Martín 618 flexographic line in a Huachipa 2020 cardboard company.

It was concluded that implementing the SMED increases productivity in the Martín 618 flexographic line in a Huachipa 2020 cardboard company, by 52.65%, and it was also possible to increase efficiency by 23.14% and effectiveness by 28.77%.

Keywords: SMED, Productivity, Efficiency, Effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas industriales afrontan el desafío de identificar e instituir nuevas técnicas organizacionales y productivas que permita disputar en un mercado global. (Favela et al. 2019), en su artículo científico haciendo referencia a 5 países internacionales, indica que el SMED contribuye en un 9% en la productividad de las empresas. Según (Pantoja y Castrillón 2017), en una empresa situada en Colombia con la aplicación del SMED se logró aumentar la productividad en un 10%. El caso en la realidad peruana (Iriarte, 2017), realizó un estudio de aplicación del SMED en una empresa manufacturera, logrando incrementar la productividad en 22.33%, la eficiencia en 12.87% y la eficacia en 9.25%; con la evidencia presentada estamos demostrando que el SMED es una herramienta que ayuda a acrecentar la productividad.

En la empresa cartonera Huachipa, se ha identificado que uno de sus problemas es su baja productividad en línea flexográfica Martín 618 la cual tiene como objetivo superar el 50% de productividad y actualmente llega al 40% debido al excesivo tiempo para el cambio de formato en los pedidos, reduciendo la disponibilidad productiva de la máquina trayendo como consecuencia retrasos en la producción e incumplimiento de pedidos, esto es crítico en la coyuntura actual porque la producción que tiene la empresa cartonera no abastece adecuadamente la demanda, en el análisis de la figura 1, tabla 1,2,4 se evidencia que la mejor herramienta para atacar la causa raíz es el SMED.

El problema general se formula en:

¿La implementación del SMED incrementará la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020?

El problema específico 1 se formula en:

¿La implementación del SMED incrementará la eficacia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020?

El problema específico 2 se formula en:

¿La implementación del SMED incrementará la eficiencia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020?

Se justifica de manera económica por que incrementara la productividad de la línea flexográfica en un 10%, aportando al cumplimiento de objetivos trazados, reduciendo costos en 44.806 soles mensuales aproximadamente para la empresa, lo cual se reflejara en una utilidad económica para los colaboradores.

Presenta una justificación metodológica porque contribuiremos con la estandarización de los procesos, reduciendo los tiempos improductivos en el cambio de formato, siendo de gran beneficio para la empresa ya que se puede aplicar a todas las líneas flexográficas y así contribuir al cumplimiento de objetivos. El presente estudio se justifica de manera práctica por poner a prueba los conocimientos teóricos de la ingeniería en la realidad problemática de la empresa, lo cual nos permitirá solucionar el problema de baja productividad e incumplimiento de pedidos.

Se justifica estratégicamente porque al aplicar el SMED contribuiremos con el acatamiento del plan estratégico de la empresa, el cual tiene como objetivo fundamental de incrementar la productividad para cubrir la demanda nacional en más de un 70% y llegar a exportar un 25% de su producción total al mercado internacional.

El objetivo general se formula en:

Implementar el SMED para incrementar la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020

El objetivo específico 1 se formula en:

Demostrar como la aplicación del SMED incrementa su eficiencia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020

El objetivo específico 2 se formula en:

Demostrar como la aplicación del SMED incrementa su eficacia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

La hipótesis general se formula en:

La implementación del SMED incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

Las hipótesis específicas se formulan de la siguiente manera:

La implementación del SMED incrementa la eficiencia de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

La implementación del SMED incrementa la eficacia de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

El actual problema de la máquina flexográfica Martin 618 es la baja productividad en la línea de empaques; en la cual existe un alto índice de tiempos en los cambios de formato que viene perjudicando la línea productiva, disminuyendo la producción, generando pérdidas de material e incrementando los gastos del área; por ello la necesidad de aplicar la metodología SMED para optimizar los tiempos en los cambios de formato de la maquina Martin 618

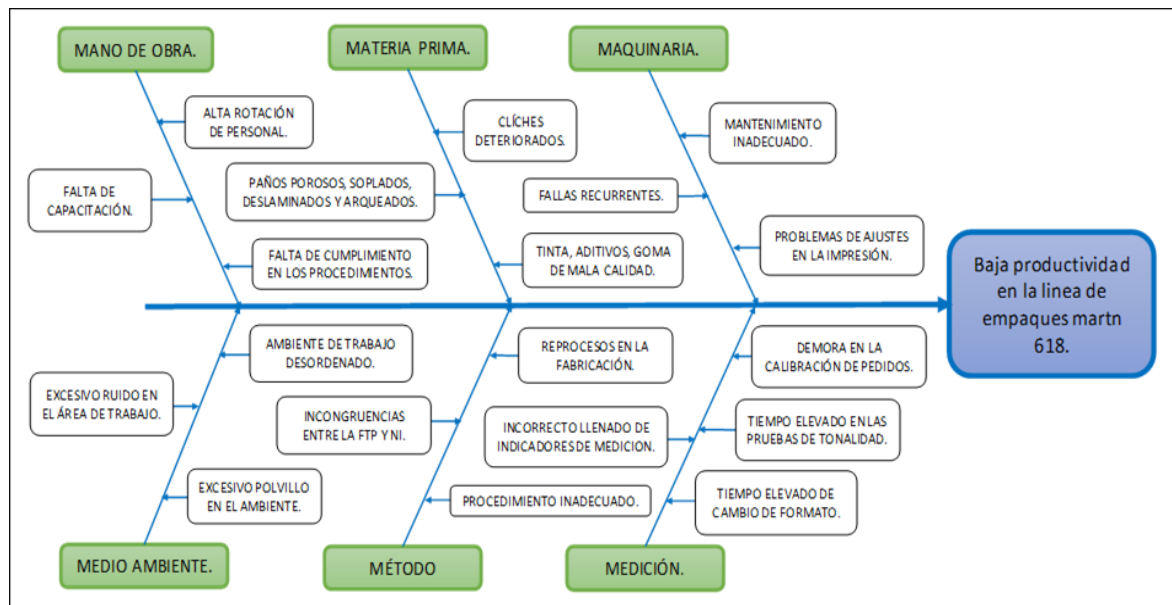


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

En la figura 1 se detalla las posibles soluciones al problema de la línea de empaques Martin 618, según las seis "M", para luego analizar más a detalle las sub causas y concluir cuál es la causa primordial del problema.

Para realizar un análisis minucioso cuantificaremos mediante una matriz de correlación (tabla 1) en base a los problemas suscitados en el diagrama de Ishikawa y haremos una comparación entre los datos obtenidos y los nuevos datos arrojados en la matriz de correlación, teniendo en cuenta que si tienen una proporción fuerte = 5, intermedia = 3, débil = 1, no existe relación = 0

Tabla 1. *Matriz de correlación*

CAUSAS QUE ORIGINAN LA BAJA PRODUCTIVIDAD		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	puntaje
1	Tiempo elevado de cambios de formato	C-1	5	5	5	5	1	3	1	1	0	3	3	0	1	0	0	0	1	0	34
2	Procedimiento inadecuado	C-2	5	5	5	5	3	1	3	0	0	3	0	3	0	1	0	0	0	0	29
3	Demora en la calibración de pedidos	C-3	5	5	5	5	1	1	3	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	30
4	Problemas de ajustes en la impresión	C-4	5	5	5	3	1	1	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	26
5	Cliches deteriorado	C-5	5	3	5	3	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
6	Paños porosos, sopladados, deslaminados y arqueados	C-6	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
7	Falta de capacitación	C-7	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	12
8	Tinta, aditivos, goma de mala calidad	C-8	1	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
9	Mantenimiento inadecuado	C-9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4
10	Reprocesos en la fabricación	C-10	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
11	Tiempo elevado en las pruebas de tonalidad	C-11	3	0	3	3	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
12	Alta rotación del personal	C-12	3	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
13	Fallas recurrentes	C-13	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
14	Incongruencias entre la FTP y NI	C-14	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
15	Exceso de polvillo en el ambiente	C-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
16	Falta de cumplimiento en los procedimientos	C-16	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	Exceso de ruido en el trabajo	C-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Ambiente de trabajo desordenado	C-18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
19	Incorrecto llenado de los indicadores de medición	C-19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1, se puede establecer cuáles son las posibles causas que actúan con mayor fuerza frente al problema principal, siendo las de mayor correlación con un peso de 34, 30 y 29 las siguientes, tiempo elevado de cambios de formato, demora en la calibración de pedidos, procedimiento inadecuado.

Tabla 2. *Puntaje y Distribución de Frecuencia*

CAUSAS QUE ORIGINAN LA BAJA PRODUCTIVIDAD	puntaje	frecuencia	cantidad	% acumulado
Tiempo Elevado de Cambios de Formato	34	5	170	27.42%
Demora en la Calibración de Pedidos	30	5	150	51.61%
Procedimiento Inadecuado	29	5	145	75.00%
Problemas de ajustes en la Impresión	26	2	52	83.39%
Cliches Deteriorado	20	1	20	86.61%
Tiempo elevado en las Pruebas de Tonalidad	12	2	24	90.48%
Falta de Capacitación	12	1	12	92.42%
Alta Rotación del Personal	8	1	8	93.71%
Tinta, Aditivos, Goma de mala calidad	7	1	7	94.84%
Reprocesos en la Fabricación	7	1	7	95.97%
Incongruencias entre la FTP y NI	6	1	6	96.94%
Paños Porosos, Sopladados, Deslaminados y Arqueados	6	1	6	97.90%
Fallas Recurrentes	4	1	4	98.55%
Mantenimiento Inadecuado	4	1	4	99.19%
Falta de cumplimiento en los procedimientos	2	1	2	99.52%
Exceso de Polvillo en el Ambiente	1	1	1	99.68%
Ambiente de trabajo Desordenado	1	1	1	99.84%
Incorrecto llenado de los indicadores de medición	1	1	1	100.00%
Exceso de Ruido en el Trabajo	0	1	0	100.00%
Total	210			

Fuente: Elaboración propia

Detallamos las repeticiones de incidencias de las causas que ha sido estimado según el estudio que impactan en la baja productividad de la línea flexográfica, además de colocar la frecuencia de repeticiones y obtener un puntaje total para el diagrama Pareto.

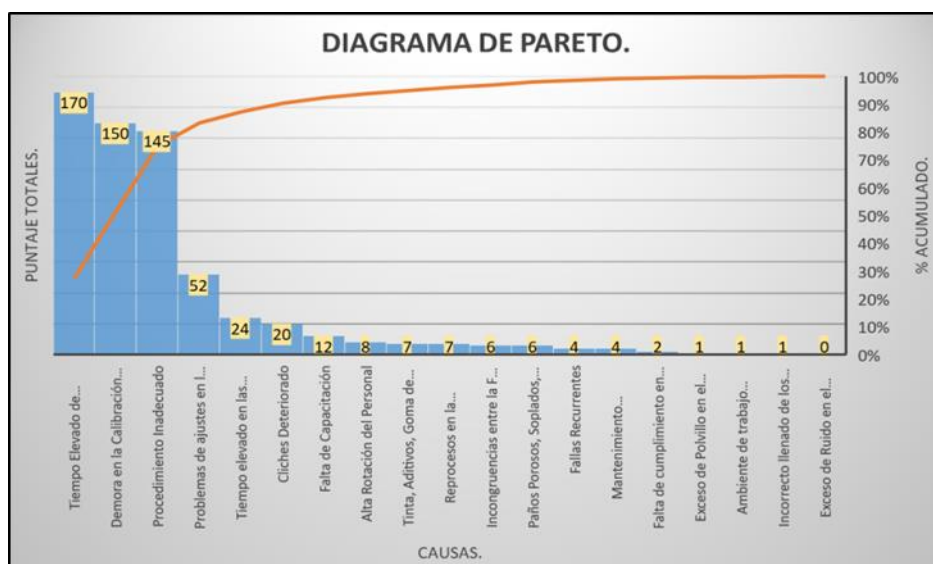


Figura 2. Diagrama de Pareto

Con los resultados del Pareto y nuestra tabulación de datos podemos determinar las causas con mayor incidencia en la baja productividad en la línea flexográfica Martin 618 son: Tiempo elevado de cambios de formato, demora en la calibración de pedidos y procedimiento inadecuado las cuales suman un 80% de todas las causas del estudio.



Figura 3. Estratificación por Área

Observamos el cuadro de estratificación por áreas que fueron agrupadas por causas y el cuadro puntaje de participación se puede visualizar al área de producción con 161 puntos, siendo el área más afectada con la baja productividad y donde se implementará un plan de mejora para la línea flexográfica Martin 618.

Tabla 3. Matriz de Priorización de Causas por Resolver

CONSOLIDACION DE CAUSAS POR AREA	MÉTODOS	MANO DE OBRA	MEDICIONES	MATERIA PRIMA	MEDIO AMBIENTE	MAQUINARIA	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	PORCENTAJE	IMPACTO	CALIFICACION	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
PRODUCCIÓN	29	2	77	26	1	26	ALTO	161	76.67%	5	805	1	Estudio de la metodología, mejora de los procesos
PLANIFICACION	13	0	0	7	0	0	MEDIO	20	9.52%	3	60	2	Mejora en la programación de pedidos
RR.HH	0	20	0	0	0	0	MEDIO	20	9.52%	3	60	2	Capacitación y seguimiento de personal
MANTENIMIENTO	0	0	0	0	1	8	BAJO	9	4.29%	1	9	3	Mejora en la gestión de mantenimiento
TOTAL DE PROBLEMAS	42	22	77	33	2	34		210	100.00%				

Fuente: Elaboración propia

Consolidando todas las causas por las áreas: producción, planificación, recursos humanos y mantenimiento, observamos que el nivel de criticidad es alto en el área de producción, por lo que se toma las medidas de estudiar la metodología del trabajo y mejorar los métodos.

Tabla 4. Cuadro de alternativas de solución

	CRITERIOS				TOTAL
	SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA	COSTO DE APLICACIÓN	FACILIDAD DE APLICACIÓN	TIEMPO DE APLICACIÓN	
SMED	2	2	2	2	8
TPM	1	1	1	0	3
SIX-SIGMA	1	0	0	0	1
No bueno (0) - Bueno (1) - Muy Bueno (2)					
Los criterios fueron establecidos con el superintendente de producción					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 detallamos la mejor alternativa de solución que es implementar el SMED en la línea flexográfica Martin 618 con un puntaje de 8 para optimizar tiempos de cambio en el formato y la productividad de la línea. Descartando TPM por estar más ligado al área de mantenimiento y el six-sigma por ser elevado el costo de implementación.

II. MARCO TEÓRICO

Ramos (2018), en su tesis *Implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa Ychiformas S.A., La Victoria, 2018*. El objetivo del estudio fue establecer como el uso de la herramienta SMED aumentará la productividad en dicha empresa. Fue un estudio tipo aplicado de enfoque cuantitativo con nivel explicativo, tiene un diseño cuasi-experimental, su población fue conformada por la cantidad de órdenes de trabajo (OT) realizados por los 20 días laborables, en la línea de producción de formularios continuos, asimismo para la muestra; los instrumentos empleados fueron Fichas y registro DAP, los resultados que se lograron fueron en incremento de la productividad haciendo uso del SMED, concluyendo que la producción de formulario se incrementa en un 26.39%, así mismo logró aumentar la eficiencia en un 5.50% y la eficacia en un 20.25%.

Sifuentes (2017), en su tesis titulada *Mejora de la productividad en una empresa de empaques flexibles aplicando la herramienta Single Minute Exchange of Die (SMED)*. Tuvo como objetivo de estudio el incremento de la productividad en el área de impresión mejorando los procesos de accesorios y tintas como la reducción de tiempos muertos en el área. Fue un estudio de tipo descriptivo y aplicado, cuya población y muestra está conformada por una máquina, el instrumento que se empleó para la recolección de datos fue el estudio de tiempos con cronómetro en las operaciones del proceso. Los principales resultados fueron la reducción del tiempo promedio de 2,12 horas a 1.5 horas, concluyendo en un aumento en porcentaje del tiempo productivo de 31% a 49.4%.

Iriarte (2017), realizó una tesis titulada *Aplicación del SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la impresora flexográfica en la empresa POLYBAGS PERÚ S.R.L., S.J.L. – 2017*. Tuvo como objetivo determinar como el método SMED incrementa la productividad de la impresora flexográfica del área de impresión. Fue un estudio de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y diseño cuasi-experimental, la población es la máquina y muestra de tipo no probabilístico, usando como técnica la observación directa y analizada en el spss, concluyendo que al aplicar el SMED se aumenta la productividad a un 22.33%, la eficiencia y la eficacia en un 12.87% y 9.25% respectivamente.

Silva y Salas (2017), en su artículo científico titulado *Application of Lean Techniques to Reduce Preparation Times: Case Study of a Peruvian Plastic Company*, el

objetivo del estudio realizado en el área de intrusión en una empresa de plástico es la de identificar las operaciones internas y externas, proyectando un 68% y 32% respectivamente, para esto se utilizó el SMED para poder convertir las operaciones internas en externas mostrando como resultado 66% y 34% , siendo esto determinante en el tiempo de preparación de la extrusora de 112 minutos a 80 minutos, expresado en porcentaje un 29.55% de tiempo reducido que se aprovechara para incrementar la producción y a su vez reducir costos.

Maalouf y Zaduminska (2019), en su artículo científico titulado *A case study of VSM and SMED in the food processing industry*, el objetivo de la investigación es la de investigar como la compañía mediante el uso del VSM y el SMED como herramientas se puede utilizar para eliminar desperdicios e incrementar la eficiencia en la producción, para la recopilación de datos se usaron entrevistas estructuradas, usando el mapeo, identificación de residuos y la mejora continua como fases para obtener los resultados esperados, aplicando el SMED se logró un incremento en la eficiencia de la producción en un 11%, a su vez se determinó que el tiempo se redujo en un 34%, permitiendo que la empresa pueda lograr sus objetivos de producción dentro de un turno de 8 horas antes en 10 horas.

Mukesh y Rawani (2017), en su artículo científico titulado *Productivity improvement of shaping division of an automobile industry by using single minute exchange of die (SMED) methodology*, presenta los resultados de un trabajo experimental realizado en una empresa de la industria automotriz en la India, cuyo objetivo es aumentar la productividad reduciendo el tiempo de configuración y el cambio de herramienta, utilizando el SMED se logró la reducción del tiempo de configuración en un 82,44% y el tiempo en el cambio de herramienta en un 44.21%, esto ayudó a incrementar la productividad y a producir 23 nuevos empleos.

Antosz y Pacana (2018), en su artículo científico *Comparaty Analysis of the Implementation of the SMED Method on Selected Production Stands*. Tiene como objetivo indicar los efectos que la empresa puede esperar al haber decidido implementar el método SMED, con el fin de mejorar la eficiencia de las áreas para obtener un incremento de la productividad en las empresas. Dicho trabajo de investigación tuvo por población cinco empresas de la comunidad de Podkarpackie en Polonia, tiene como muestreo cinco áreas de producción, las cuales mostraron una mejora de tiempos luego de haber implementado el SMED en sus áreas, los

resultados obtenidos fueron una reducción en el tiempo de cambio en un 64%, la eficiencia de producción de incremento en un 32.4% , por lo cual se concluye que la implementación del SMED en las empresas permiten que estas puedan optimizar sus procesos e incrementar la productividad de sus áreas disminuyendo el tiempo muerto.

Para Stuglik, Grodek y Kajrunajtys (2019), autores de *The use of the SMED method in improvement of production enterprises*. Tiene como objetivo exponer los resultados obtenidos en una línea de producción de una compañía aplicando la metodología SMED, para los propósitos del estudio se seleccionó una línea de producción de botellas de vidrio, el cual consta con trece maquinas funcionales cuyas maquinas son atendidas por ocho operarios. La planta cuenta con un control de proceso de producción detallado y sistematizado lo que facilitara la detección y eliminación rápida de desechos, así como los tiempos muertos. Los resultados logrados luego de la implementación del SMED fueron la disminución significativa de tiempos de 5 horas y 3 minutos a 3 horas y 50 minutos, ganando un total de 1 hora y 13 minutos el cual permitió extender el proceso de producción del área.

Sousa et al. (2018), en su artículo científico *Applying SMED methodology in cork stoppers production*, tiene como objetivo mejorar la producción mediante la aplicación de métodos Lean, el método seguido fue el estudio y recopilación de información sobre la filosofía de la producción Lean, la herramienta utilizada fue el Valor Técnica de mapeo de flujo (VSM), para identificar los procesos que agregan valor, se obtuvo como resultado del SMED un 43% de cambio total en el tiempo, finalmente el autor destaca que las herramientas Lean son un poderoso método para obtener resultados solidos sin grandes inversiones.

Según Huang, Xue y Tang (2016), en el artículo científico *Research of Improving Pharmaceutical Enterprises Production Based on Single Minute Exchange of Die (SMED)*, tiene como objetivo demostrar una referencia para la industria farmacéutica u otra, para este caso se utilizará el SMED para reducir los tiempos en cambios de producción y con esto mejorar la eficiencia en la línea productiva. Se utilizó el Diagrama de Spaghetti el cual ayudo a analizar la distancia que el operario necesita para trasladarse durante el proceso y así poder mejorar el diseño en el entorno operativo de la empresa, esto ayudo de manera significativa a la empresa identificando las operaciones internas y externas, obteniendo como

resultado el descenso en sus tiempos, de 100 a 55 minutos en limpieza, de 60 a 45 minutos en la puesta en marcha del molde, todo ese tiempo se ve expresado en el cambio total de la línea de producción, manifestándose en un porcentaje del 38%, el cual se aprovechó para incrementar la producción en el área.

TEORÍAS RELACIONADAS

Al hablar de SMED y sus orígenes tendríamos que hablar del pionero en aplicar esta técnica el gran (Shigeo Shingo, 1993) en su libro, *Una Revolución en la Producción el Sistema SMED*; Los cambios útiles en minutos de un solo dígito se conoce popularmente con la técnica SMED, proveniente del vocablo inglés “Single-Minute Exchange of Die”, dicha expresión hace referencia a la metodología para efectuar las operaciones de cambios útiles en menos de diez minutos.

En 1976 Shigeo Shingo en su visita a taller de carrocerías en la planta principal de Toyota Motor Company y el Sr. Sugiura director de división en ese entonces realizaron estudios de tiempo en útiles y preparación de sus prensas, distinguiendo las actividades internas y externas (IED y OED) para optimizar dicha actividad que demoraba 4 horas, tras seis meses de estudio lograron bajar los tiempos a noventa minutos, la Dirección de la compañía solicito hacer más estudios con la finalidad de reducir aún más este tiempo hasta de tres minutos, Tomo alrededor de tres meses más para lograr dicho objetivo llegando a la conclusión que cualquier preparación podría realizarse en menos de diez minutos, bautizando este concepto como SMED acogido más tarde por toda la empresa Toyota (p. 27).

Del Vigo y Villanueva (2009, p.35), hace mención a Shigeo Shingo y Taiichi Ohno por sus investigaciones y avances en la empresa Toyota Motors aplicando la técnica SMED, y en definitiva con los reajustes de los tiempos de cambio, se puede conseguir entre otras las siguientes ventajas para los procesos productivos en incrementar la eficiencia de la máquina O.E.E (Overall Equipment Effectiveness). Bhade y Hegde (2020) la técnica SMED permite reducir los inventarios e incrementar la flexibilidad en los procesos productivos (p 463 - 472).

Wang, Chiou y Luong (2019), nos menciona que las Preparación interna (IED), son actividades de montaje o desmontaje que pueden realizarse sólo cuando una máquina está detenida (p.1). Para nuestro estudio uno de las principales actividades internas es montar y desmontar clichés, montar y desmontar tinta, etcétera.

Wang, Chiou y Luong (2019), nos dice que la preparación externa (OED), es la actividad que se efectúa con la máquina trabajando, como transporte de matrices utilizadas al almacén y pre alistar las nuevas en la máquina (p.1). Para nuestro estudio una de las principales actividades externas son pre alistar clichés, tintar, FTP, paños, etcétera.

Singh, Singh y Singh (2018, p. 2065 – 2088), se indica que las pautas en los procedimientos en los cambios o configuraciones deben ser realizados teniendo en cuenta las limitaciones reales de la producción.

Para Flores y Villareal (2017, p.8), el SMED es una metodología que se fundamenta en la reducción en los tiempos setup lo cual permite la fabricación de lotes más pequeños, ayuda con la diversificación de productos e incrementa la entrega de pedidos a tiempo.

Rajadell y Sánchez (2010, p.123). Manifiesta que la técnica SMED más conocida como el cambio rápido de herramienta, tiene como finalidad reducir los tiempos de cambio (SETUP).



Figura 4. *Tiempo de cambio antes del SMED*

La metodología SMED busca la forma de acortar los tiempos en los cambios de los procesos de fabricación/producción, minimizar residuos de manera continua lo cual genera una ventaja competitiva con respecto a otras empresas. (Tamás Péter, 2017)

El tiempo de cambio es el lapso que tarda en efectuar el cambio de elaboración de un producto X a un producto Y, este tiempo es medido con un cronometro y claramente, el ahorro de tiempo representa una reducción en el tiempo de cambio.

$$\text{Tiempo de cambio} = (T_{\text{cambio}}_{OP.INT} \text{ Antes} - T_{\text{cambio}}_{OP.INT} \text{ Después}) = \dots (\text{min.})$$

Al reducir el tiempo de cambio se puede aprovechar en aumentar la producción del área y poder fabricar un número mayor de piezas en un menor tiempo, es decir que podemos mejorar la disponibilidad de máquina, lo cual permite reducir costos en la

producción y mejora el rendimiento de la maquina como la eficiencia del proceso productivo (Skotnicka, Wolniak y Gębalska, 2018).



Figura 5. *Tiempo de cambio luego del SMED*

La utilización de la maquina busca conseguir el máximo uso de esta, sin paradas por tiempo de cambios, falta de piezas, esto significa poder alcanzar la máxima eficiencia posible de la maquina sin complicaciones. (ENE YALÇIN, Seval, et al., 2020).

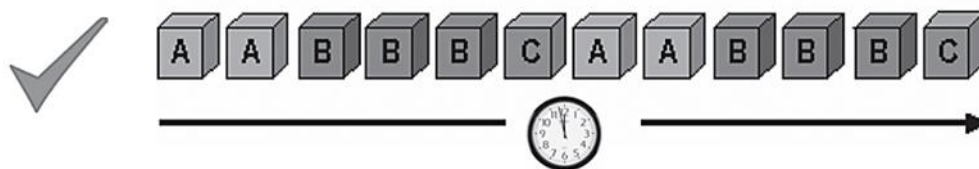


Figura 6. *Mejora en producción de variedad de lotes*

La disponibilidad como indicador del uso de la maquina según (Hernández & Vizán, 2013, p.50), es la porción de tiempo que está maniobrando realmente mostrando las pérdidas por paradas y avería. Su cálculo parte del tiempo operativo sobre el tiempo disponible.

Para (Cruelles, 2010, p. 34). La disponibilidad de una maquinaria o sistema es el indicador de cuánto tiempo está disponible ese equipo o sistema operativo respecto al tiempo total programado que se hubiese deseado que funcionase, normalmente se expresa en porcentaje.

Para Quesada y Fernández (2014, p.56). La productividad es un índice de relación entre lo producido por un sistema (salida o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entrada o insumo).

Gutiérrez (2010). Manifiesta que productividad es también el perfeccionamiento continuo del sistema, se obtiene de los resultados logrados y del empleo de recursos usados, donde el resultado logrado se cuantifica en cantidad de unidades

producidas, productos vendidos y porcentaje de utilidades repartidas a los trabajadores, los recursos utilizados pueden calcularse con el total de operarios, horas máquina y total de tiempo empleado, es decir, la productividad se mide con la eficacia y eficiencia (p. 21).

$$\textbf{Productividad = Eficiencia x Eficacia.}$$

Medianero (2016). La eficiencia es el fiel reflejo del control que tiene una compañía sobre los recursos (insumos) en otras palabras, es la relación existente entre los insumos (cantidad, calidad, tiempo, espacio) y los productos fabricados durante los subprocesos debidamente estructurados (p. 15).

Eficiencia. - Gutiérrez (2010). Es naturalmente la relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados, se busca optimizar los recursos con el mínimo desperdicio posible, esto se puede mejorar por ejemplo reduciendo los paros de máquina por despilfarro de tiempo en los cambios de pedidos, falta de materiales, mantenimientos no programados, reparaciones o retrasos en los suministros, etcétera (p. 21).

Díaz et al. (2016). El SMED permite reducir los tiempos de preparación lo cual ayuda en la eliminación los desperdicios y defectos, haciendo que la eficiencia de una maquina mejore, facilitando y mejorando nuestro índice de productividad.

Medianero (2016). La eficacia cuantifica el control que una organización tiene sobre los resultados y se define como, la relación entre los productos fabricados versus los resultados planificados, en otras palabras, es la medición del logro de objetivos propuestos con la máxima calidad deseada, reduciendo al mínimo las fallas, los reprocesos, el almacenamiento y desperdicios (p. 15).

Eficacia. - Gutiérrez (2010). Es lograr los objetivos planificados, hacer lo planeado teniendo como propósito optimizar la productividad de la máquina, materiales y los procesos, capacitando al personal para mejorar sus destrezas y alcanzar los objetivos disminuyendo los productos defectuosos, fallas de arranque de máquina y reproceso, además de la deficiencia en materiales y diseño del producto (p. 22).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

La presente investigación es de tipo aplicada porque usamos la herramienta de ingeniería SMED para resolver la problemática de la línea flexográfica Martin 618. De acuerdo al consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en el artículo 2, anexo 1 de la ley 28303 inciso 18, Una investigación es aplicada porque determina a través de conocimientos científicos y estudios previos los medios metodológicos, protocolos y tecnologías para dar solución a una realidad problemática (2018, p. 65).

Baena (2017). Explica que la investigación aplicada es aquella que recopila información teórica existente para la resolución de un problema concreto, es decir, se apoya de la información de muchas ciencias y conocimientos teóricos para la resolución de problemas (p. 18).

El presente estudio de investigación tendrá nivel Explicativo, enfoque Cuantitativo y se un diseño cuasi-experimental de carácter unifactorial con análisis longitudinales.

Hernández et al. (2014). Un estudio es explicativo porque van más allá de la representación de nociones o fenómenos y de establecer relaciones entre conceptos; es decir, se basa en expresar el porqué del fenómeno y en qué contextos se muestran o por qué se relacionan más de una variable de estudio (p. 95). El presente estudio tendrá un nivel explicativo ya que se analizarán y explicarán las causas y efectos, así como la relación entre variables.

Hernández et al. (2014). Un enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, cada período antecede a la otra sin poder quitar pasos con un orden riguroso, parte del planteamiento de una realidad problemática, se suscitan objetivos, para luego implantar hipótesis y luego establecer variables de estudio, recolecta los datos y se análisis utilizando estadística, se obtiene una conclusión para aprobar o desaprobar la hipótesis (p. 4); Es decir, la presente tesis tendrá el enfoque cuantitativo, porque los datos recolectados serán medidos mediante los indicadores y cuantificados en las dos variables.

Hernández et al. (2014). En los diseños cuasi-experimentales, los sujetos no se establecen en los grupos al azar ni se equilibran, sino que los grupos ya están establecidos antes del experimento, a estos se le conoce como grupos intactos ya que integran parte del experimento. (p.151).

Teniendo en consideración lo que manifiesta Hernández la presente tesis corresponde al diseño cuasi-experimental, porque se operacionalizará la variable independiente (SMED), con el fin de estudiar el efecto que tiene con la variable dependiente (Productividad), es decir que se hará una medición con tres meses de estudios previos y tres meses de estudios posterior a la implementación de la metodología SMED, se contara con un análisis longitudinal.

$$\begin{array}{ccc} \mathbf{G_1} & \mathbf{X} & \mathbf{O_1} \\ \mathbf{G_2} & \mathbf{-} & \mathbf{O_2} \end{array}$$

Dónde:

X: Es la variable independiente.

G₁: Es un grupo experimental.

G₂: Es un grupo de control.

O: Observación o medición.

Hernández et al. Diseño longitudinal, son estudios que recopilan datos en distintos puntos del tiempo, para efectuar deducciones acerca del progreso del problema de investigación, sus efectos y sus causas. (2014, p. 159).

El alcance temporal es longitudinal porque se recopilará datos a través del tiempo para poder hacer deducciones en relación al cambio o la mejora al implementar el sistema SMED.

$$\mathbf{G_1} \quad \mathbf{O_1} \rightarrow \mathbf{X} \rightarrow \mathbf{O_2}$$

Dónde:

- G₁: El grupo a quienes se aplica la prueba
- O₁: Medición de los sujetos de un grupo Pre-prueba (previa al tratamiento).
- X: Es el estímulo (SMED).
- O₂: Medición de los sujetos de un grupo Post-prueba (posterior al tratamiento).

Cabe mencionar que dentro del estudio se controlara al menos una variable interviniente (extraña), como recursos humanos, energía eléctrica, parada de máquina, que puedan distorsionar el análisis. Estos criterios de exclusión son importantes para la recolección de datos.

3.2 Variables y Operacionalización.

(Abreu, 2012, p. 124). Determina a la variable como un aspecto o dimensión de un estudio cuya característica es la posibilidad de presentar valores en forma distinta, clasificándolas en tres tipos independientes, dependientes e intervinientes.

Villavicencio et al. (2019). Define al estado del arte como la operacionalización de las variables, en otras palabras, es presentar en una matriz de consistencia donde se especifica cómo se conceptúa y descompone las variables, cuáles son sus dimensiones además de su tratamiento estadístico (p. 10).

En el presente proyecto de investigación la variable independiente es la técnica SMED cuyas dimensiones son los tiempos altos de cambio de formato y la utilización de la máquina.

Rajadell y Sánchez (2010, p. 123). El SMED permite disminuir el tiempo de cambio (SETUP), cuando hablamos de tiempo de cambio, hace referencia al tiempo que toma a partir la última pieza producida de un lote y la primera pieza buena del siguiente lote. Esta técnica requiere de un método PHVA, de manera que cualquier empresa que opte por este método deberá realizar esfuerzos para obtener un menor tiempo.

Sugarindra, Ikhwan y Suryoputro (2019), el tiempo setup está conformado por los tiempos utilizados para configurar los componentes de la máquina, el tiempo de suministro de equipos de trabajo y otros.

Por otro lado, la definición operacional del SMED permite la disminución de tiempos en los cambios de formato (SETUP) mejorando la productividad, esta se medirá a través de sus dimensiones, los tiempos de cambio de formato y utilización de la máquina.

Tiempo de cambio de formato:

$$\% TC = \frac{\textit{Tiempo de cambio}}{\textit{Tiempo disponible}} \times 100$$

Utilización de la máquina:

$$\% \textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo operativo}}{\textit{Tiempo disponible}} \times 100$$

Como variable dependiente se tiene la productividad el cual tiene como dimensiones la eficacia y la eficiencia.

La definición conceptual de la variable dependiente según (Gutiérrez, 2010, p.21). Manifiesta que productividad es también el perfeccionamiento continuo del sistema, se obtiene de los resultados logrados y del empleo de recursos usados. Como definición operacional de la variable dependiente nos enseña a saber aprovechar los recursos para lograr los mejores beneficios, esto se medirá a través de la eficacia y la eficiencia.

Eficacia:

$$Eficacia = \frac{Unidades\ Producidas}{Total\ de\ unidades\ programadas} \times 100$$

Eficiencia:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ útil\ de\ producción}{Tiempo\ total\ programado} \times 100$$

3.3 Población, muestra y muestreo.

3.3.1 Población.

Bernal (2010). Se llama población al conjunto de todos los elementos a los cuales se relacionan la investigación, también se puede llamar a todo el conjunto de las unidades de muestreo (p.160).

Hernández et al. Precisa a la población como un conjunto de elementos que son objeto de estudio dentro de una investigación (2014, p. 174).

Para el presente estudio la población será los tiempos de cambios de formatos (SETUP) para cada O/T producidas de la imprenta Martín 618, los cuales serán estratificados por días de producción y cuantificados en tablas de Excel.

Criterios de Inclusión. - La toma de datos será para cada cambio de formato con tripulaciones completas de trabajadores durante 8 horas diarias por tres meses, se tomará como datos pre los meses de un año anterior (agosto, setiembre, octubre 2019) ya que los trimestres de producción del año no son iguales, además se recalca que desde el tiempo de toma de datos a la actualidad no hay ninguna mejora en la metodología que pueda alterar la validez de la investigación, para la etapa post se realizará durante 12 horas diarias en los meses (julio, agosto, setiembre 2020) ya que la empresa cambio sus horarios por la coyuntura que vive el país debido al Covid 19.

Criterios de Exclusión. – Para la presente investigación se excluirá los datos de cambios de formato para el turno tarde y noche, por disponibilidad del investigador el cual estará solo 12 horas en planta, es decir, el alcance de la investigación será solo para el turno en análisis.

3.3.2 Muestra.

Bernal (2010). Es un subconjunto de la población del cual se extrae información para el progreso de la investigación, sobre la cual se realizará la medición y observación del comportamiento de las variables y dimensiones (p.161).

Hernández et al. Categoriza a las muestras en dos grandes ramas, las muestras no probabilísticas y probabilísticas; En este último todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser escogidos y se obtiene definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra; En cambio en las muestras no probabilísticas la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí la muestra no es mecánica, ni con base de fórmula de probabilidad, sino depende del proceso de toma de decisiones de una persona o grupo de personas. (2014, p. 176).

En la presente investigación la muestra se considera todos los tiempos tomados de los cambios de formatos (SETUP) para cada O/T producidas de la imprenta Martín 618 del primer turno, los cuales serán estratificados por días de producción para poder ser cuantificados, siendo 72 datos (8 horas diarias) realizados en un tiempo de tres meses para la etapa pre antes de la aplicación del SMED extraídos de la data del programa PC TOPP y para la etapa post son 48 datos (12 horas diarias) ya que la empresa cambio sus horarios por la coyuntura que vive el país debido al Covid 19.

Baena (2010, p.99). El censo de población, es el estudio de la población total de un fenómeno dado, Indica que cuando todas las unidades de la población son consideradas como muestra estamos frente a un estudio censal.

3.3.3 Muestreo.

Para Valderrama (2002, p. 188). Muestreo es el proceso mediante el cual se selecciona una porción representativa de la población, que nos ayuda a evaluar sus parámetros. Un parámetro es un dato numérico que identifica a una población para ser estudiada.

Para el presente estudio la muestra y población son iguales, entonces podemos afirmar que es una muestra de tipo censal, no hay muestreo porque se trabara con toda la población, cabe mencionar que los datos han sido elegidos en su totalidad bajo conveniencia de los investigadores.

3.3.4 Unidad de análisis.

Según la revista médica clínica las condes en su artículo *Biostatistics applied in clinical research: basic concepts*, define a la unidad de estudio o unidad de muestra al objeto con la característica de utilidad que será observado o será medido, pueden ser crecimiento de colonias, personas, cortes histológicos, entre otros (p. 52).

La unidad de análisis será las imprentas flexográficas del área de producción en una empresa cartonera de Huachipa 2020, como grupo de control se tomará las imprentas Bobst 618 y Martin 616, como grupo experimental la imprenta flexográfica Martin 618 en donde se implementará el SMED.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1 Técnica.

(Yuni y Urbano, 2014, p. 29). En su libro Técnicas de investigación, define a Técnicas como operaciones que permiten conseguir información válida y confiable para la investigación cuya función principal es la observación y búsqueda de fenómenos reales, a partir de los cuales se originan modelos conceptuales (en la lógica cualitativa) o comprobarla con el modelo teórico adoptado (en la lógica cuantitativa).

En la presente investigación se manejará la técnica de análisis documental para extraer datos pre del ERP (Enterprise Resource Planning) usado en planta llamado PC-Topp, la observación no experimental para evidenciar como se viene realizando la metodología de cambio de formato, la observación experimental interactuando con los trabajadores del área, para evaluar y recolectar datos post mediante fichas de registro los cuales serán analizarlos con ayuda de la estadística.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.

(Yuni y Urbano, 2014, p. 31). Instrumento es el mecanismo que usa el científico como: (formularios, fichas de control, guías de observación, cámara de video, etcétera). Para generar información, lo cual permiten extender la capacidad perceptiva del investigador, actuar como provocación de fuente de información facilitando el registro de los hechos observados.

Para Hernández et al. (2014, p.199). Las herramientas de medición son recursos utilizados por el investigador para registrar datos o información acerca de las variables que va a medir con ayuda de sus dimensiones.

Los instrumentos utilizados para nuestra investigación son los formatos de registro, contrastándolo con la utilización del cronómetro, para esto se utilizaron:

- Formato de registro del tiempo de actividades internas (IED).
- Formato de registro del tiempo de actividades externas (OED).
- Formato de registro de disponibilidad de la máquina.
- Formato de registro de eficiencia y eficacia.
- Ficha Técnica de Producción y Nota de Impresión (FTP y NI).
- Programa PC TOPP instalado en la línea de producción.
- Fichas de Lista de Actividades.
- Fichas de Control de Proceso.
- Validez de instrumentos de medición de las variables.

3.4.3 Validez del Instrumento.

“Se refiere a la capacidad para producir cierto efecto de evidencia o al grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir”. (Hernández Fernández, Baptista, 2010, p. 201).

Se refiere a la validez del constructo, es decir que tan bien el instrumento representa y mide el concepto teórico, lo podemos ver en la matriz de operacionalización el cual ha sido aprobado por tres especialistas en ingeniería industrial de la Universidad Cesar Vallejo (anexo 4), esto permitirá relacionar las variables de investigación y poder cuantificarlos en Excel para luego analizarlos en el programa Spss Statistics 25.

Tabla 5. *Validación de Juicio de Expertos*

Validador	Grado	Especialidad	Resultado
Lino Rodriguez Alegre	Dr./Mg	Ingeniero Industrial	Aplicable
Jaime Enrique Molina Vilchez	Magister	Ingeniero Industrial	Aplicable
Jorge Rafael Díaz Dumont	Doctor	Ingeniero Industrial	Aplicable

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Confiabilidad del instrumento.

“La confiabilidad trata referente al grado en que su aplicación periódica al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales”. (Hernández, Fernández, Baptista, 2010, p. 200).

Para el desarrollo de la investigación se recopilara datos propios del ERP de la empresa cartonera (PC-Topp), los cuales se consideran datos reales tanto para los datos pre como para los datos post; en la toma de datos post se realizó las mediciones con los formatos de control, cotejándose con los datos obtenidos del programa PC-Topp, obteniéndose el 100% de similitud en cuanto a resultados, el ERP es monitoreado desde un servidor principal en Francia el cual se actualiza cada 8 horas y se realiza mantenimiento del ERP semestralmente en la empresa (Perú).

3.5 Procedimientos.

3.5.1 Breve Reseña de la Empresa.

La empresa cartonera cuenta con tres líneas de negocio: papeles, cajas y empaques flexibles, posicionados estratégicamente en el mercado ofrece productos para el sector alimenticio, agrícola, industrial, fármacos, etc. El presente trabajo está abocado en el negocio de cajas de cartón corrugado del área productiva en la planta Huachipa específicamente en la imprenta flexográfica Martin 618.

La empresa actualmente cuenta con cinco plantas (2 papeleras, 2 convertidoras de cartón y una planta de empaques flexibles) abasteciendo a todo el mercado nacional como extranjero de empaques.

Visión.

Ser reconocidos en el mundo como el principal aliado estratégico en soluciones innovadoras y sostenibles de empaques para todos nuestros clientes y usuarios, alcanzando el liderazgo en los mercados que operamos y buscando la satisfacción de nuestros stakeholders.

Misión.

Brindar un servicio extraordinario e innovador a nuestros clientes, en soluciones de empaque, creando valor para nuestros stakeholders.

Política de Calidad e Inocuidad.

La empresa se compromete a brindar empaques que ofrecen consistentemente valor a nuestros Clientes y Accionistas mediante el cumplimiento de los requisitos y la mejora continua de la eficacia de nuestro Sistema de Gestión de Calidad.

Valores de la Empresa.

- ❖ Confianza.
- ❖ Transparencia y cultura abierta.
- ❖ Responsabilidad Social.
- ❖ Integridad.
- ❖ Disponibilidad al cambio.
- ❖ Pasión.
- ❖ Transparencia.
- ❖ Respeto a sus empleados.

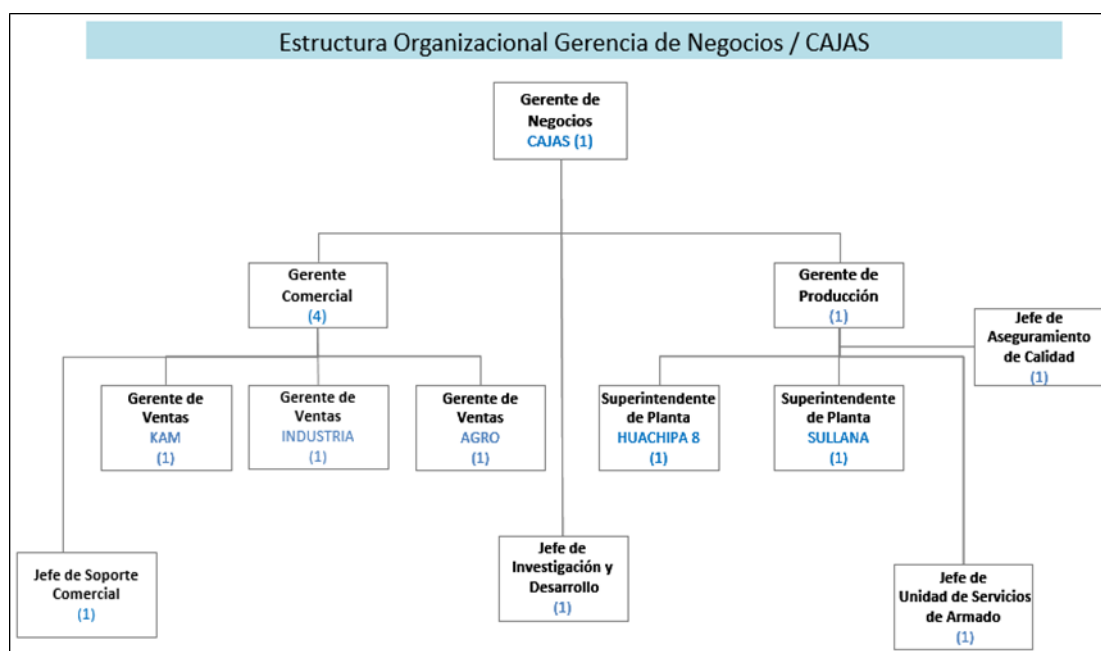


Figura 7. Organigrama Gerencial de la Empresa

Respecto a la figura 7, en el organigrama se puede visualizar que la empresa está organizada en forma vertical, cada división tiene mandos, que son responsables del área, cada área tiene un jefe inmediato donde se facilita la comunicación y establece funciones y responsabilidades.

El superintendente de la planta de Huachipa es el encargado de la gestión de toda la planta, dentro de la planta existen diversas áreas como el jefe de mantenimiento

que se encarga en cumplir con los programas de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, el jefe de planeamiento se encarga de alinear los pedidos programados para cumplir con la OT emitidas por el área comercial, el jefe de producción se encarga de cumplir con la fabricación de la OT programadas y verificar el cumplimiento del plan de calidad, el jefe de calidad es el encargado de la supervisión de materia prima antes de ingresar a la máquina, además verifica la calidad del producto terminado, realiza capacitaciones al personal y emite los certificados de calidad de los productos terminados.

Mapa de Procesos.

De acuerdo con la Figura 8, se detalla el mapa de procesos de la empresa, tres procesos estratégicos para la comercialización y entrega de la mercadería, entre ellas tenemos los procesos de gestión, que está conformado por administración y finanzas, el área de planeamiento estratégico y la gestión de calidad de los productos. Los procesos operativos, está conformado por; la gestión comercial, dentro la cual esta enlazada con el área de planificación de producción y a su vez con la gestión de producción, todo esto de la mano con el área de logística que se divide en 3 grupos que son el de almacenamiento, distribución y compras (nacionales e internacionales). En los procesos de soporte, tenemos: gestión humana, aseguramiento de calidad, mantenimiento, gestión de TI y gestión de I+D. Todos estos procesos están enlazados con las necesidades del cliente hasta la satisfacción del mismo.

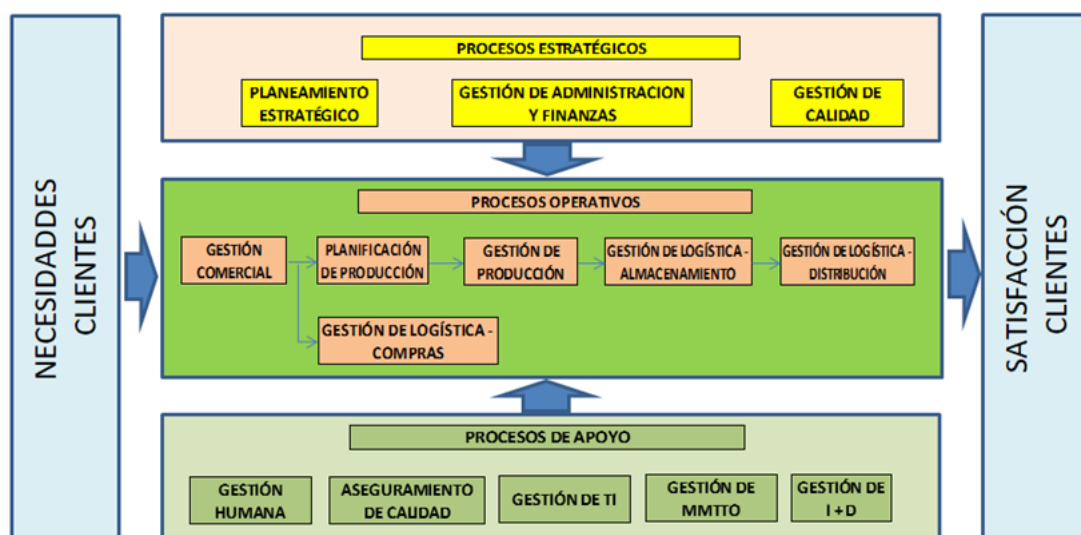


Figura 8. Mapa de Procesos

Descripción de los procesos

Gestión comercial

En este proceso el área comercial se encarga de dar a conocer los productos y servicios que ofrecemos a través de acciones publicitarias, la promoción y venta de los productos terminados, los cuales son emitidos al área de planificación para su producción y atención inmediata de los pedidos para los clientes, cumpliendo con ciertas especificaciones requeridas bajo un estricto control de calidad en el proceso garantizando la fidelización de nuestros clientes.

Planificación de producción

En este proceso se determina un plan de trabajo, programando las O/T recibidas del área comercial en el área productiva de manera óptima dependiendo de la cantidad de pedidos o de las ventas, es decir, se distribuye las O/T para las diversas maquinas sin interferir con las capacidades de cada una de ellas para evitar sobrecargas en cuanto a la producción y evitar posibles retrasos en el cumplimiento.

Gestión de producción

El proceso productivo empieza desde el ingreso de la materia prima en el área de corrugado (bobinas de papel), donde se fabrica los paños de cartón corrugado para cada O/T planificadas, luego pasa al área de impresión flexográfica donde se convierte los paños de cartón en cajas de cartón corrugado según las O/T alineadas por planificación, para cada O/T procesada se tiene una FTP y NI además de tipo de material Clichés, tinta, troquel, etc. Que provienen de las diferentes áreas de soporte. El producto terminado es rotulado y despachado al área de almacén registrado en el ERP PC-Topp por parte de producción y SAP por parte de logística.

Gestión de logística – almacenamiento

En el proceso logístico de almacenamiento se considera las O/T terminadas por el área de producción para su almacenamiento y despacho para el día indicado en la O/T, así mismo la gestión en almacenamiento cuenta con un pequeño stock en caso de alguna emergencia según planeaciones estratégicas con algunos clientes en caso de algún pedido que no haya sido planificado por parte de nuestros clientes.

Gestión de logística – distribución

Esta área es la encargada de planificar y gestionar el flujo de materiales de la manera más eficaz entre nuestros proveedores y nuestros clientes finales. Sus

funciones principales son el control de inventarios, procesos operativos dentro del almacén, transporte de distribución, trazabilidad, logística inversa, etc. Con la única finalidad de hacer llegar el producto terminado en las óptimas condiciones, en el momento acordado, en el menor tiempo posible a los clientes finales.

Gestión de logística – compras

Esta área es la encargada de gestionar y comprar todos los insumos necesarios para la fabricación de nuestros productos, además de la compra de repuestos consumibles de las maquinarias, como función estratégica trata de integrar a los proveedores dentro de la cadena de suministros. La compra lo realiza de manera nacionales como internacional, las compras internacionales son importadas por medios terrestres, marítimos o aéreos, según los requerimientos de la empresa bajo aprobación del corporativo teniendo en cuenta costo y tiempo de entrega.

Clientes principales.

Entre sus principales clientes tenemos:

- ❖ Gloria SA.
- ❖ Alicorp SA.
- ❖ Industrias Teal.
- ❖ Móndeles del Perú.
- ❖ Industrias del Espino.
- ❖ Cerámica Lima.
- ❖ Aris.
- ❖ Famesa.
- ❖ Ajinomoto del Perú SAC.
- ❖ Consorcio Industrial de Arequipa.
- ❖ Intradevco Industrial.
- ❖ B. Braun Medical del Perú.
- ❖ Tevas.
- ❖ Ajeper SA.
- ❖ Molitalia.
- ❖ Industrias Alpamayo.
- ❖ Alimentos de Exportación.
- ❖ Tecnología Química, etc.

Los diseño y arte de las cajas están realizados por el área de diseño gráfico y aprobado por el cliente, según el sustrato del papel, gramaje para la resistencia BCT, cantidad de colores, medidas internas de la caja, código de colores según la cartilla GCMI o el estirado GCCP, Onda del cartón Tipo E, B, C, EB, BC, T, etc.



Figura 9. Principales Productos

3.5.2 Situación Actual de la Empresa.

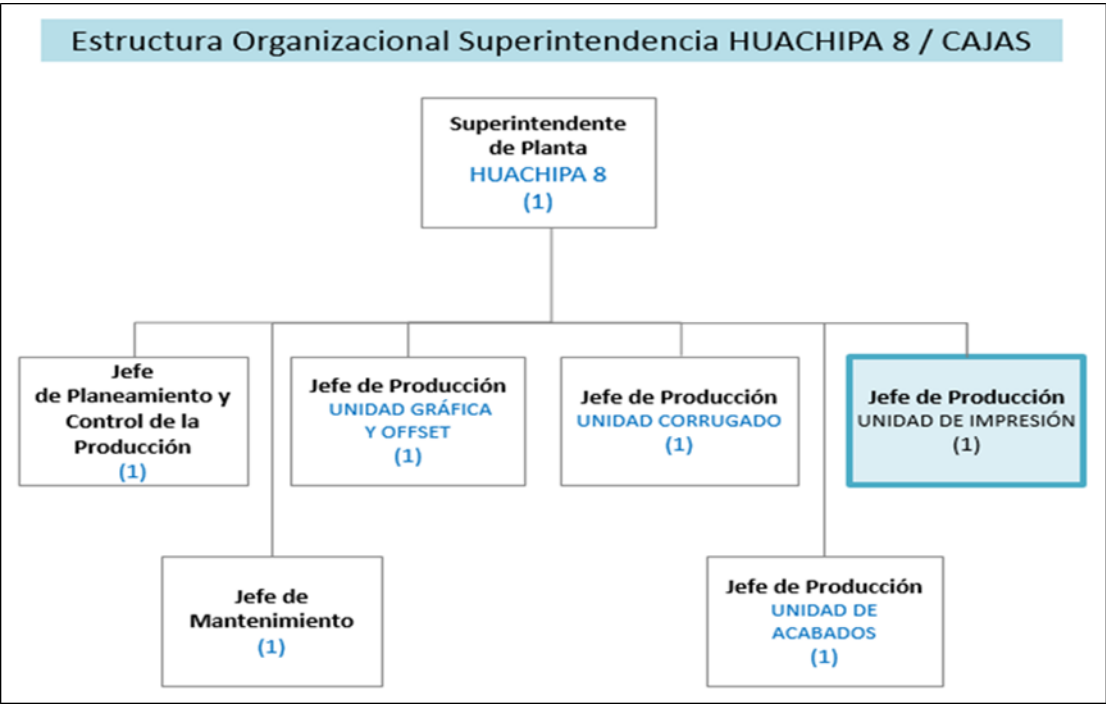


Figura 10. Organigrama del área Cajas Huachipa

Es en el área de unidad de impresión, donde se implementara la herramienta SMED, cuenta con 14 máquinas flexográfica (7 imprentas flexográficas tipo estándar y 7 imprentas flexográficas tipo troqueladoras), la situación problemática dentro del área que se analizara está abocado a la Imprenta flexográfica Martín 618, la cual tiene un tiempo para los cambios de formato (setup) elevados esto genera que la producción no sea optima por ende utilizaremos la herramienta SMED para mejorar los tiempos en el cambio de formatos de la ordenes de trabajo (OT), esto a su vez no solo incrementara los niveles de producción, además ayudara a optimizar el uso de la mano de obra dentro del área y hacer a la maquina más versátil para el cambio de formato, ayudando a cumplir con los pedidos atrasados y la demanda no atendida.

La Imprenta Martín 618 cuenta con 4 operarios que trabajan en conjunto para el funcionamiento de la máquina, la organización dentro del grupo de trabajo no es muy optima y esto se ve reflejado en el excesivo tiempo que les toma en realizar los cambios de formatos para la impresión de pedidos, esto a su vez ha generado una incertidumbre ya que no se están cumpliendo con la OT programadas, no existen formatos que ayuden a determinar la eficacia del personal ni la eficiencia de la maquina en el área, no existe un control en cuanto al pre alisamiento de los materiales necesarios para la atención de la OT.

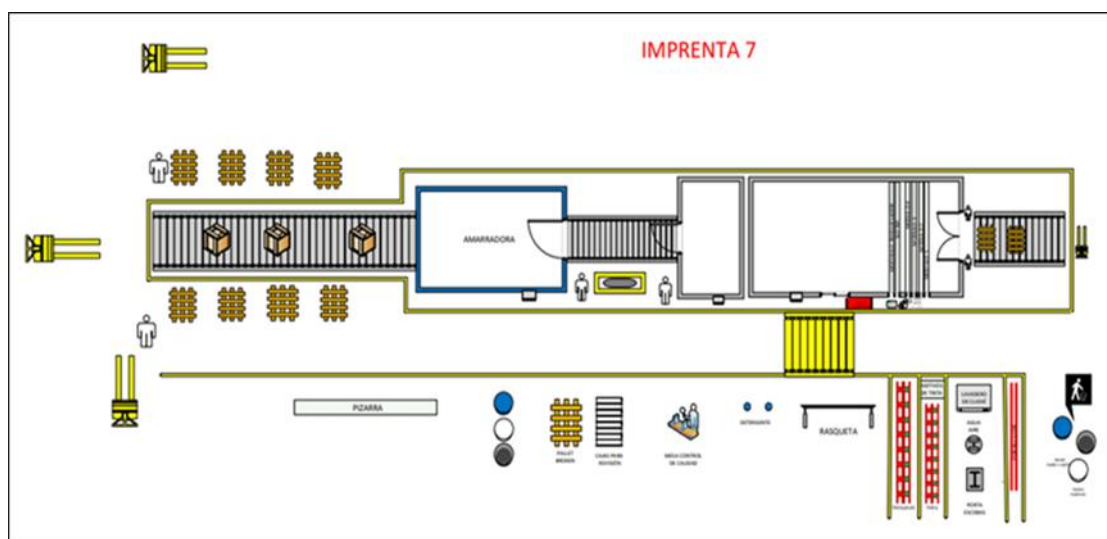
Tabla 6. *Tripulación de Imprenta Martín 618*

TRIPULACIÓN IMPRENTA MARTIN 618	
CARGO	CANTIDAD
MAQUINISTA PRINCIPAL	1
SEGUNDO MAQUINISTA	1
PRIMER AYUDANTE	1
SEGUNDO AYUDANTE	1

Fuente: Elaboración propia



La figura 11 muestra el layout actual de la imprenta Martin 618, en donde con la ayuda podremos identificar las operaciones que se realiza, así como el recorrido dentro de la imprenta, se considerara así mismo para los tiempos de pre-alistamiento como propuesta para reducir los tiempos en los cambios de formato.



En la figura 12 se presenta el diagrama de flujo de la imprenta martín 618 en el proceso de impresión, bajo un proceso de línea continua como se muestra en el flujograma, la capacidad máxima Martín 618 es de 26000 cajas/hora, cuenta con 4 módulos impresores transferencia por vacío (faja tapiz), es de origen francés, año

de fabricación 2006 con un formato máximo de paños 60cm de ancho y 180cm de largo.

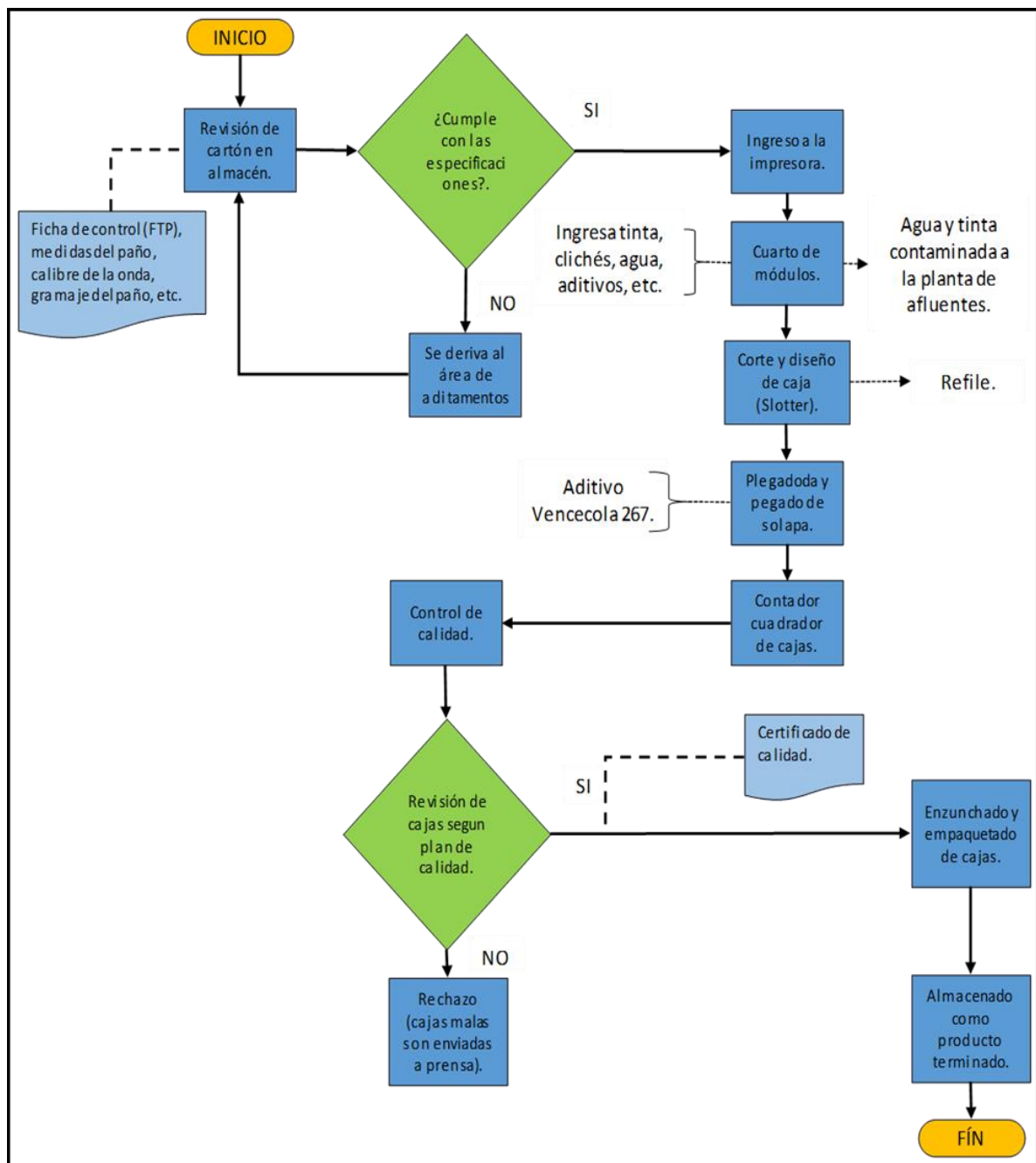


Figura 13. Flujograma de proceso de impresión cajas de cartón

3.5.3 DATOS PRE – TEST.

Para la toma de datos pre se realizó del ERP (PC Topp), considerando que los trimestres de producción no son iguales y bajo la coyuntura que atraviesa el país por el Covid 19, se considera los datos de los meses (julio, agosto y setiembre del

2019) consolidando en tablas de Excel teniendo en cuenta los criterios de exclusión e inclusión, solo en el primer turno siendo de 8 horas diarias.

Tabla 7. *Criterios de Exclusión Etapa Pre – Test*

IMPRESA MARTÍN 618			IMPRESA BOBST 618			IMPRESA MARTÍN 616		
DOMINGOS	FERIADOS	MANTENIMIENTOS	DOMINGOS	FERIADOS	MANTENIMIENTOS	DOMINGOS	FERIADOS	MANTENIMIENTOS
7/07/2019		3/07/2019	7/07/2019		1/07/2019	7/07/2019		
14/07/2019		17/07/2019	14/07/2019		20/07/2019	14/07/2019		11/07/2019
21/07/2019			21/07/2019		31/07/2019	21/07/2019		31/07/2019
28/07/2019	28/07/2019		28/07/2019	28/07/2019		28/07/2019	28/07/2019	
4/08/2019			4/08/2019		9/08/2019	4/08/2019		1/08/2019
11/08/2019		7/08/2019	11/08/2019		23/08/2019	11/08/2019		15/08/2019
18/08/2019		21/08/2019	18/08/2019			18/08/2019		
25/08/2019	30/08/2019		25/08/2019	30/08/2019		25/08/2019	30/08/2019	
1/09/2019			1/09/2019		13/09/2019	1/09/2019		5/09/2019
8/09/2019			8/09/2019			8/09/2019		19/09/2019
15/09/2019		11/09/2019	15/09/2019			15/09/2019		
21/09/2019			22/09/2019			22/09/2019		
29/09/2019			29/09/2019			29/09/2019		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Días Tomados Para la Data Pre – Test (julio, agosto, Setiembre 2019)*

TOMA DE DATOS PARA LA ETAPA PRE. (JULIO -SETIEMBRE 2019)												
N°	IMPRESA MARTÍN 618				IMPRESA BOBST 618				IMPRESA MARTÍN 616			
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	HORAS	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	HORAS	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	HORAS
1	1/07/2019	1/08/2019	2/09/2019	8	2/07/2019	1/08/2019	2/09/2019	8	1/07/2019	2/08/2019	2/09/2019	8
2	2/07/2019	2/08/2019	3/09/2019	8	3/07/2019	2/08/2019	3/09/2019	8	2/07/2019	3/08/2019	3/09/2019	8
3	4/07/2019	3/08/2019	4/09/2019	8	4/07/2019	3/08/2019	4/09/2019	8	3/07/2019	5/08/2019	4/09/2019	8
4	5/07/2019	5/08/2019	5/09/2019	8	5/07/2019	5/08/2019	5/09/2019	8	4/07/2019	6/08/2019	6/09/2019	8
5	6/07/2019	6/08/2019	6/09/2019	8	6/07/2019	6/08/2019	6/09/2019	8	5/07/2019	7/08/2019	7/09/2019	8
6	8/07/2019	8/08/2019	7/09/2019	8	8/07/2019	7/08/2019	7/09/2019	8	6/07/2019	8/08/2019	9/09/2019	8
7	9/07/2019	9/08/2019	9/09/2019	8	9/07/2019	8/08/2019	9/09/2019	8	8/07/2019	9/08/2019	10/09/2019	8
8	10/07/2019	10/08/2019	10/09/2019	8	10/07/2019	10/08/2019	10/09/2019	8	9/07/2019	10/08/2019	11/09/2019	8
9	11/07/2019	12/08/2019	12/09/2019	8	11/07/2019	12/08/2019	11/09/2019	8	10/07/2019	12/08/2019	12/09/2019	8
10	12/07/2019	13/08/2019	13/09/2019	8	12/07/2019	13/08/2019	12/09/2019	8	12/07/2019	13/08/2019	13/09/2019	8
11	13/07/2019	14/08/2019	14/09/2019	8	13/07/2019	14/08/2019	14/09/2019	8	13/07/2019	14/08/2019	14/09/2019	8
12	15/07/2019	15/08/2019	16/09/2019	8	15/07/2019	15/08/2019	16/09/2019	8	15/07/2019	16/08/2019	16/09/2019	8
13	16/07/2019	16/08/2019	17/09/2019	8	16/07/2019	16/08/2019	17/09/2019	8	16/07/2019	17/08/2019	17/09/2019	8
14	18/07/2019	17/08/2019	18/09/2019	8	17/07/2019	17/08/2019	18/09/2019	8	17/07/2019	19/08/2019	18/09/2019	8
15	19/07/2019	19/08/2019	19/09/2019	8	18/07/2019	19/08/2019	19/09/2019	8	18/07/2019	20/08/2019	20/09/2019	8
16	20/07/2019	20/08/2019	20/09/2019	8	19/07/2019	20/08/2019	20/09/2019	8	19/07/2019	21/08/2019	21/09/2019	8
17	22/07/2019	22/08/2019	21/09/2019	8	22/07/2019	21/08/2019	21/09/2019	8	20/07/2019	22/08/2019	23/09/2019	8
18	23/07/2019	23/08/2019	23/09/2019	8	23/07/2019	22/08/2019	23/09/2019	8	22/07/2019	23/08/2019	24/09/2019	8
19	24/07/2019	24/08/2019	24/09/2019	8	24/07/2019	24/08/2019	24/09/2019	8	23/07/2019	24/08/2019	25/09/2019	8
20	25/07/2019	26/08/2019	25/09/2019	8	25/07/2019	26/08/2019	25/09/2019	8	24/07/2019	26/08/2019	26/09/2019	8
21	26/07/2019	27/08/2019	26/09/2019	8	26/07/2019	27/08/2019	26/09/2019	8	25/07/2019	27/08/2019	27/09/2019	8
22	27/07/2019	28/08/2019	27/09/2019	8	27/07/2019	28/08/2019	27/09/2019	8	26/07/2019	28/08/2019	28/09/2019	8
23	29/07/2019	29/08/2019	28/09/2019	8	29/07/2019	29/08/2019	28/09/2019	8	27/07/2019	29/08/2019	30/09/2019	8
24	31/07/2019	31/08/2019	30/09/2019	8	30/07/2019	31/08/2019	30/09/2019	8	29/07/2019	31/08/2019		8
25									30/07/2019			

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.1 DATOS PRE – TEST (GRUPO EXPERIMENTAL IMPRESA MARTÍN 618).

A continuación, se muestran los datos pre del grupo experimental representados en los meses de (julio, agosto, setiembre) 2019, primer turno de 8 horas durante 24 días por mes.

ANÁLISIS VARIABLE INDEPENDIENTE IMPRENTA MARTÍN 618 (PRE – TEST).

Tabla 9. *Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 618 (Pre - Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	JULIO																							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	2.05	2.3	2.1	2	2.6	2.9	0.7	2.3	1.7	2.2	1.8	1.9	2.6	3.1	1.4	1.4	1.8	0.5	2.1	2.1	2.7	2.9	1.9	3.4	0.7
MINI PAROS	2.10	3.1	2.5	1	2.1	3.7	2.3	2.2	2.1	3.7	0.9	2.3	2.3	1.2	2.4	2.3	1.9	4.8	1	2	1.9	1.5	1.5	0.3	1.5
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	8	8	7	7	9	10	3	8	6	9	6	7	10	12	5	5	6	3	8	7	12	11	6	13	4
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	3.85	2.6	3.4	5	3.3	1.4	5	3.5	4.2	2.1	5.3	3.8	3.1	3.7	4.2	4.3	4.3	2.7	4.9	3.9	3.4	3.6	4.6	4.3	5.8

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 2.05 HORAS

LOTE "A" LOTE "B" LOTE "C"

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 3.85 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. *Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 618 (Pre - Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	AGOSTO																							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.98	2.8	1.4	1.7	0.8	1.7	2.3	2.2	2	2.4	3.4	2.6	2.4	0.6	2.4	2.3	1.2	1.4	2.3	2.8	1.6	1.4	1.2	2.6	2
MINI PAROS	2.38	0.9	3.2	1.7	2.8	1.8	1.5	1.7	2.9	1.3	2.4	1.6	2.8	3.3	2.9	1.9	1.9	2.4	2.6	1.4	3.4	3.9	3.5	2.3	3
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	7	10	5	6	3	6	8	8	7	9	12	9	9	2	8	9	4	5	8	10	7	5	4	10	7
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	3.64	4.3	3.4	4.6	4.4	4.5	4.2	4.1	3.1	4.3	2.2	3.8	2.8	4.1	2.7	3.8	4.9	4.2	3.1	3.8	3	2.7	3.3	3.1	3

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.98 HORAS

LOTE "A" LOTE "B" LOTE "C"

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 3.64 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. *Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 618 (Pre - Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	SETIEMBRE																							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.78	1.7	1.6	0.8	1.6	1.9	0.8	1.1	2.6	2.2	1.9	1.9	0.9	2.3	2	2.9	2.2	1.8	2.3	2.5	1.4	1.3	1.6	1.4	2
MINI PAROS	2.91	2.1	1.8	4.9	2.5	5.1	5.2	3.1	2.6	2.3	1.8	2.9	3.7	2.1	2.2	2.2	2.2	1.9	1.8	1.8	5	3.7	3.7	1.9	3.4
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	7	7	6	3	6	7	3	4	9	8	7	7	4	9	8	10	9	7	8	10	5	5	6	5	8
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	3.31	4.2	4.6	2.3	3.9	1	2	3.8	2.8	3.5	4.3	3.2	3.4	3.6	3.8	2.9	3.6	4.3	3.9	3.7	1.6	3	2.7	4.7	2.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. *Data Pre – Test Imprenta Martín 618 (Variable Independiente)*

INDICADORES	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	PROMEDIO GENERAL
% TIEMPO DE CAMBIO	25.63%	24.75%	22.25%	24.21%
% TIEMPO DISPONIBLE	48.13%	45.50%	41.38%	45.00%
% MINIPAROS	26.25%	29.75%	36.38%	30.79%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, se presenta un resumen de los indicadores de la variable independiente de los meses de estudios del año 2019.

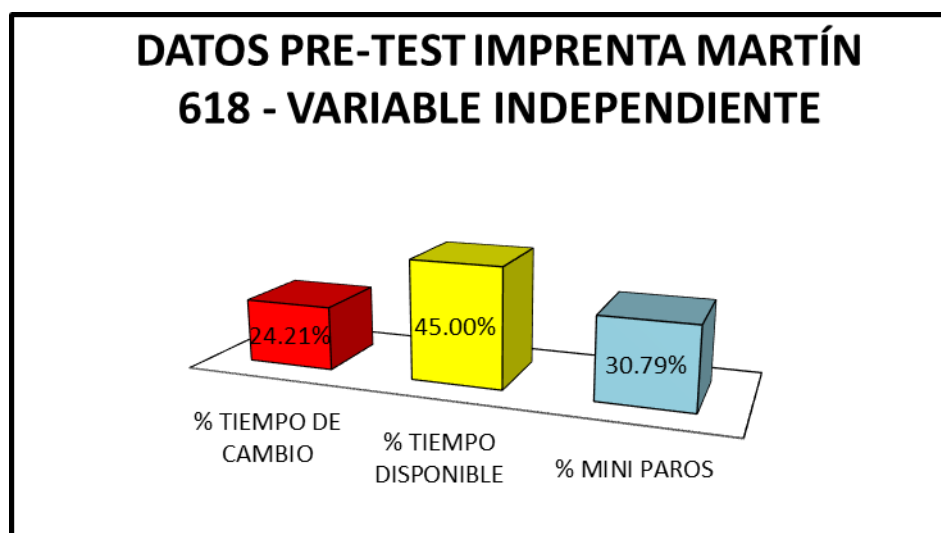


Figura 14. *Datos Pre- Test Imprenta Martín 618 variable independiente*

Tabla 13. Data Productividad Julio Imprenta Martín 618 (Pre- Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
J U L I O	DÍA 1	8	8	53600	42208	2.6	32.50%	78.75%	25.59%
	DÍA 2	7	8	53600	29810	3.4	42.50%	55.62%	23.64%
	DÍA 3	7	8	53600	73618	5.0	62.50%	137.35%	85.84%
	DÍA 4	9	8	53600	41694	3.3	41.25%	77.79%	32.09%
	DÍA 5	10	8	53600	14200	1.4	17.50%	26.49%	4.64%
	DÍA 6	3	8	53600	46225	5.0	62.50%	86.24%	53.90%
	DÍA 7	8	8	53600	52595	3.5	43.75%	98.13%	42.93%
	DÍA 8	6	8	53600	50725	4.2	52.50%	94.64%	49.68%
	DÍA 9	9	8	53600	22480	2.1	26.25%	41.94%	11.01%
	DÍA 10	6	8	53600	70750	5.3	66.25%	132.00%	87.45%
	DÍA 11	7	8	53600	45740	3.8	47.50%	85.34%	40.53%
	DÍA 12	10	8	53600	39155	3.1	38.75%	73.05%	28.31%
	DÍA 13	12	8	53600	46485	3.7	46.25%	86.73%	40.11%
	DÍA 14	5	8	53600	43030	4.2	52.50%	80.28%	42.15%
	DÍA 15	5	8	53600	26642	4.3	53.75%	49.71%	26.72%
	DÍA 16	6	8	53600	47316	4.3	53.75%	88.28%	47.45%
	DÍA 17	3	8	53600	28350	2.7	33.75%	52.89%	17.85%
	DÍA 18	8	8	53600	65750	4.9	61.25%	122.67%	75.13%
	DÍA 19	7	8	53600	46925	3.9	48.75%	87.55%	42.68%
	DÍA 20	12	8	53600	35376	3.4	42.50%	66.00%	28.05%
	DÍA 21	11	8	53600	54840	3.6	45.00%	102.31%	46.04%
	DÍA 22	6	8	53600	55489	4.6	57.50%	103.52%	59.53%
	DÍA 23	13	8	53600	50225	4.3	53.75%	93.70%	50.37%
	DÍA 24	4	8	53600	77412	5.8	72.50%	144.43%	104.71%
	TOTAL	182	192	1286400	1107040	92.4	48.13%	86.06%	41.42%

Fuente: Elaboración propia

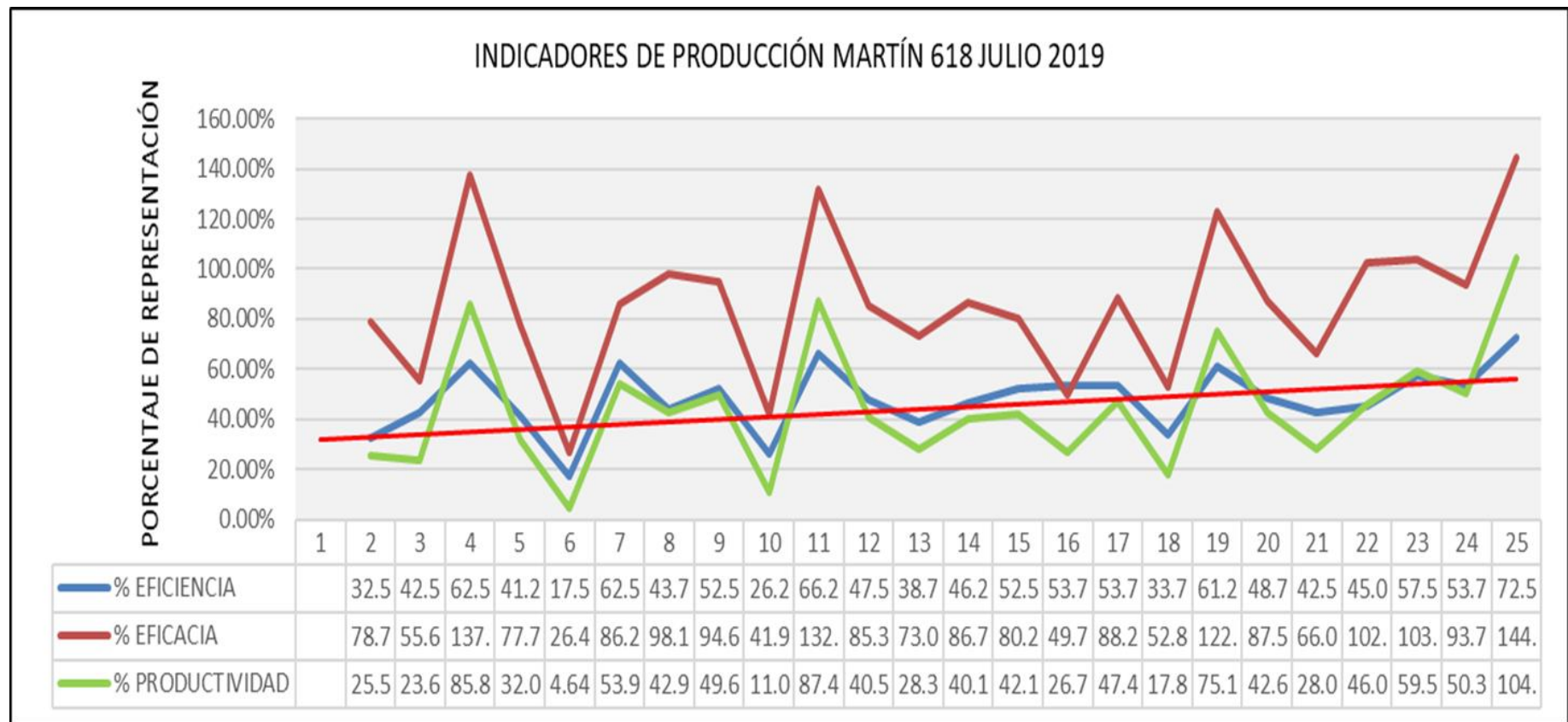


Figura 15. *Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 618 Pre – Test 2019*

En la figura 15, se puede apreciar el comportamiento de la productividad en el mes de Julio antes de la mejora, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 618.

Tabla 14. Data Productividad Agosto Imprenta Martín 618 (Pre- Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
A G O S T O	DÍA 1	10	8	53600	52400	4.3	53.75%	97.76%	52.55%
	DÍA 2	5	8	53600	42075	3.4	42.50%	78.50%	33.36%
	DÍA 3	6	8	53600	58135	4.6	57.50%	108.46%	62.36%
	DÍA 4	3	8	53600	43108	4.4	55.00%	80.43%	44.23%
	DÍA 5	6	8	53600	53625	4.5	56.25%	100.05%	56.28%
	DÍA 6	8	8	53600	49781	4.2	52.50%	92.88%	48.76%
	DÍA 7	8	8	53600	51522	4.1	51.25%	96.12%	49.26%
	DÍA 8	7	8	53600	48547	3.1	38.75%	90.57%	35.10%
	DÍA 9	9	8	53600	47573	4.3	53.75%	88.76%	47.71%
	DÍA 10	12	8	53600	24196	2.2	27.50%	45.14%	12.41%
	DÍA 11	9	8	53600	47350	3.8	47.50%	88.34%	41.96%
	DÍA 12	9	8	53600	37337	2.8	35.00%	69.66%	24.38%
	DÍA 13	2	8	53600	80132	4.1	51.25%	149.50%	76.62%
	DÍA 14	8	8	53600	24936	2.7	33.75%	46.52%	15.70%
	DÍA 15	9	8	53600	43084	3.8	47.50%	80.38%	38.18%
	DÍA 16	4	8	53600	55925	4.9	61.25%	104.34%	63.91%
	DÍA 17	5	8	53600	45125	4.2	52.50%	84.19%	44.20%
	DÍA 18	8	8	53600	36390	3.1	38.75%	67.89%	26.31%
	DÍA 19	10	8	53600	42700	3.8	47.50%	79.66%	37.84%
	DÍA 20	7	8	53600	41525	3.0	37.50%	77.47%	29.05%
	DÍA 21	5	8	53600	34767	2.7	33.75%	64.86%	21.89%
	DÍA 22	4	8	53600	33735	3.3	41.25%	62.94%	25.96%
	DÍA 23	10	8	53600	38322	3.1	38.75%	71.50%	27.70%
	DÍA 24	7	8	53600	23029	3.0	37.50%	42.96%	16.11%
	TOTAL	171	192	1286400	1055319	87.4	45.52%	82.04%	37.34%

Fuente: Elaboración propia

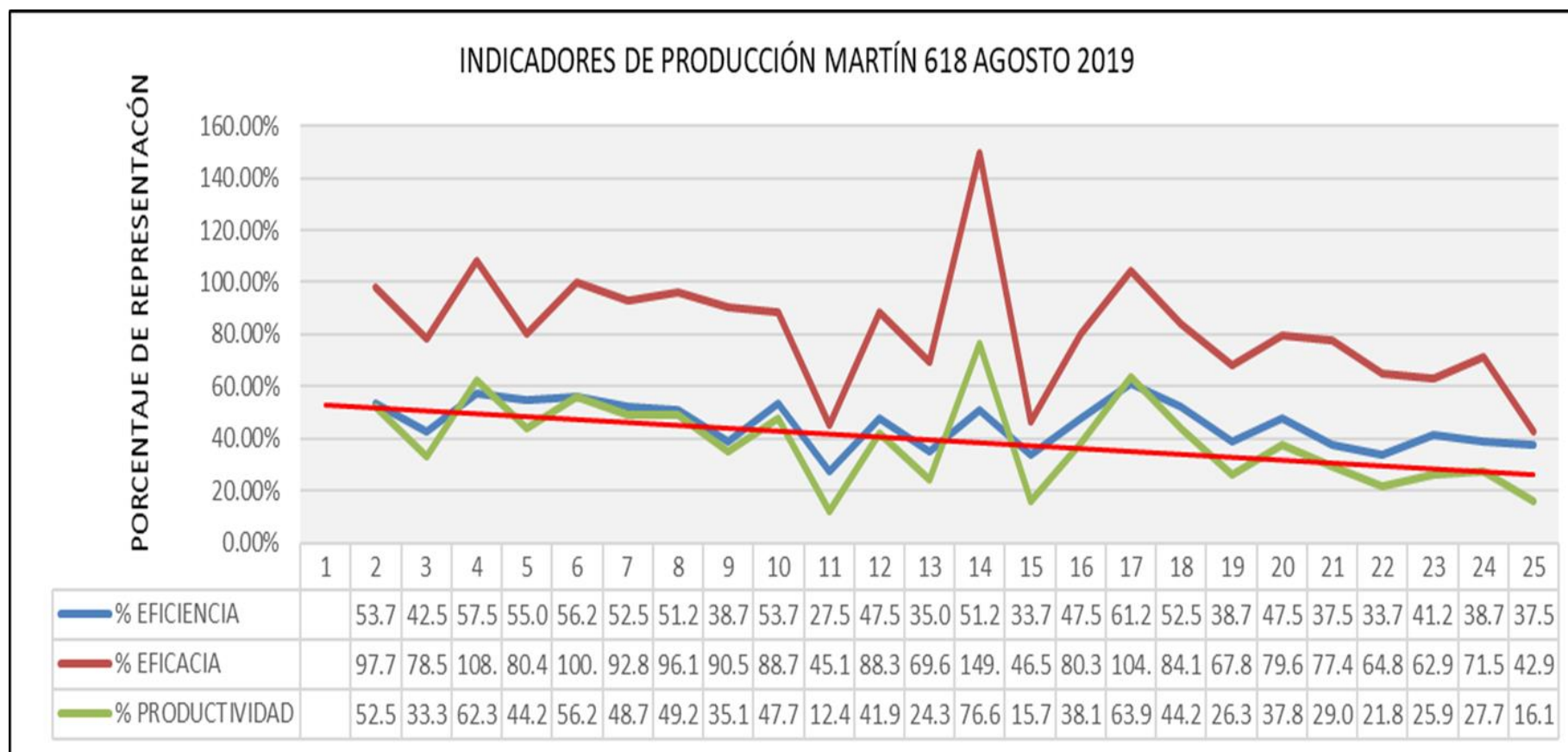


Figura 16. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 618 Pre – Test 2019

En la figura 16, se puede apreciar el comportamiento de la productividad en el mes de agosto antes de la mejora, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 618.

Tabla 15. Data Productividad Setiembre Imprenta Martín 618 (Pre- Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
S E T I E M B R E	DÍA 1	7	8	53600	66575	4.2	52.50%	124.21%	65.21%
	DÍA 2	6	8	53600	65700	4.6	57.50%	122.57%	70.48%
	DÍA 3	3	8	53600	33149	2.3	28.75%	61.85%	17.78%
	DÍA 4	6	8	53600	66475	3.9	48.75%	124.02%	60.46%
	DÍA 5	7	8	53600	10623	1.0	12.50%	19.82%	2.48%
	DÍA 6	3	8	53600	23500	2.0	25.00%	43.84%	10.96%
	DÍA 7	4	8	53600	51594	3.8	47.50%	96.26%	45.72%
	DÍA 8	9	8	53600	33890	2.8	35.00%	63.23%	22.13%
	DÍA 9	8	8	53600	42243	3.5	43.75%	78.81%	34.48%
	DÍA 10	7	8	53600	55379	4.3	53.75%	103.32%	55.53%
	DÍA 11	7	8	53600	36494	3.2	40.00%	68.09%	27.23%
	DÍA 12	4	8	53600	45875	3.4	42.50%	85.59%	36.37%
	DÍA 13	9	8	53600	41691	3.6	45.00%	77.78%	35.00%
	DÍA 14	8	8	53600	56208	3.8	47.50%	104.87%	49.81%
	DÍA 15	10	8	53600	41100	2.9	36.25%	76.68%	27.80%
	DÍA 16	9	8	53600	45826	3.6	45.00%	85.50%	38.47%
	DÍA 17	7	8	53600	52825	4.3	53.75%	98.55%	52.97%
	DÍA 18	8	8	53600	61066	3.9	48.75%	113.93%	55.54%
	DÍA 19	10	8	53600	42472	3.7	46.25%	79.24%	36.65%
	DÍA 20	5	8	53600	12469	1.6	20.00%	23.26%	4.65%
	DÍA 21	5	8	53600	36073	3.0	37.50%	67.30%	25.24%
	DÍA 22	6	8	53600	32585	2.7	33.75%	60.79%	20.52%
	DÍA 23	5	8	53600	71800	4.7	58.75%	133.96%	78.70%
	DÍA 24	8	8	53600	35099	2.6	32.50%	65.48%	21.28%
	TOTAL	161	192	1286400	1060711	79.4	41.35%	82.46%	34.10%

Fuente: Elaboración propia

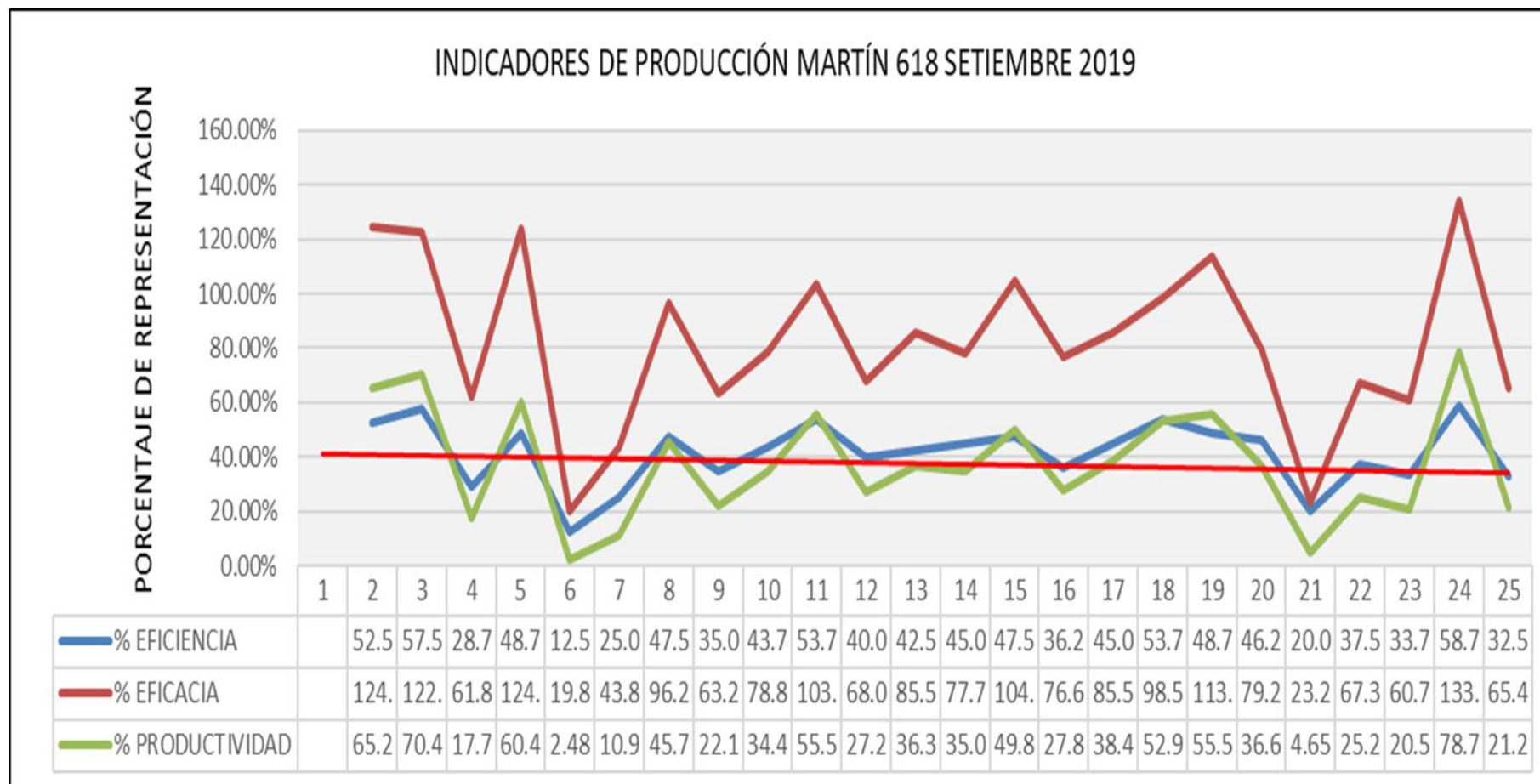


Figura 17. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Martín 618 Pre-Test 2019

En la figura 17 se puede apreciar el comportamiento de la productividad en el mes de Setiembre antes de la mejora, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 618.

Tabla 16. *Resumen de Productividad Imprenta 618 (Pre-Test)*

MES	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
	CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
JULIO	182	192	1286400	1107040	92.4	48.13%	86.06%	41.42%
AGOSTO	171	192	1286400	1055319	87.4	45.52%	82.04%	37.34%
SETIEMBRE	161	192	1286400	1060711	79.4	41.35%	82.46%	34.10%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se muestra el resumen de la variable dependiente de la imprenta Martín 618 antes de la mejora.

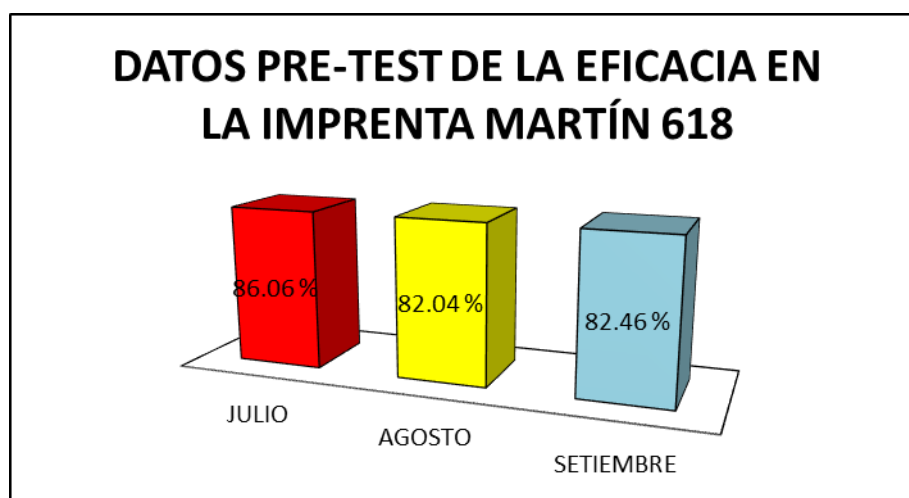


Figura 18. *Datos Pre-Test de la eficacia en la imprenta Martín 618*

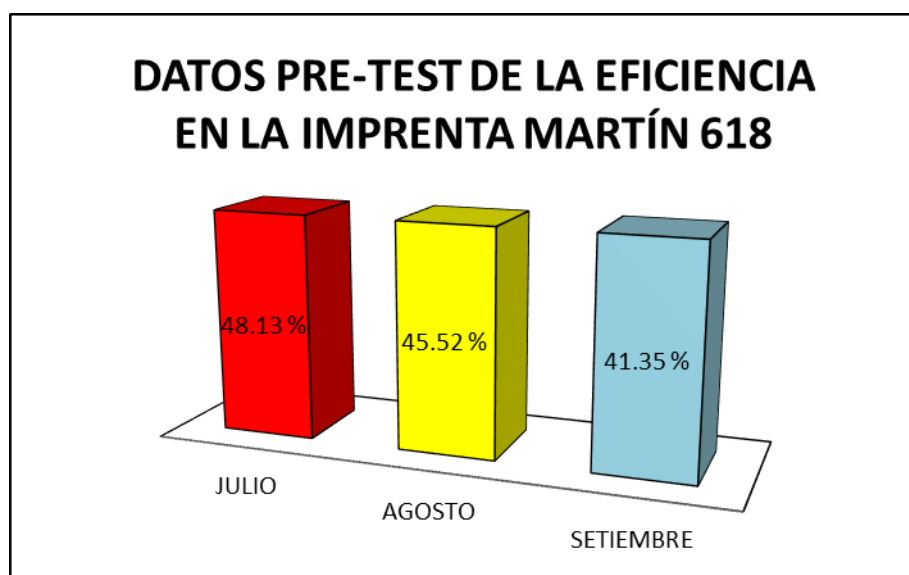


Figura 19. *Datos Pre-Test de la eficiencia en la imprenta Martín 618*

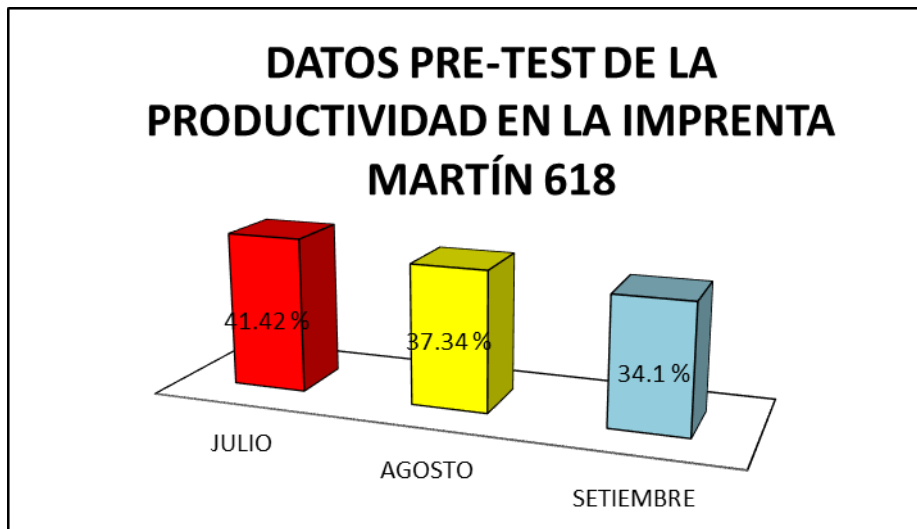


Figura 20. Datos Pre- Test de la Productividad en la Imprenta Martín 618

A continuación, se presentarán los datos Pre-test del grupo de control que estarán conformados por la imprenta Martín 616 y la imprenta Bobst 618, tanto la variable independiente como la variable dependiente para poder hacer un análisis comparativo.

3.5.3.2 DATOS PRE – TEST (GRUPO DE CONTROL IMPRENTA MARTÍN 616).

Tabla 17. Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 616 (Pre-Test)

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	JULIO																								
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24	DÍA 25
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.80	0.9	1	2.3	2.4	2.1	1.5	1.7	2.9	1.2	1.5	1.7	3.1	2.2	2.4	1.1	1	1.3	1.4	2.7	1.8	2.2	2.5	1.2	2	1
MINI PAROS	2.88	3	4.4	2.7	2.7	3	3.1	3.7	2.4	3.7	3	2.9	1.6	2.3	1.8	3.9	5.6	1.9	2.3	1.8	2.7	2.5	1.9	2.2	3.3	3.6
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	6	3	3	7	8	6	5	6	9	4	4	5	10	7	8	4	3	4	4	8	6	7	8	4	5	3
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	3.32	4.1	2.6	3	2.9	2.9	3.4	2.6	2.8	3.1	3.5	3.4	3.3	3.5	3.8	3	1.4	4.8	4.3	3.5	3.5	3.3	3.6	4.6	2.7	3.4

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.80 HORAS

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 3.32 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. *Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 616 (Pre - Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	AGOSTO																							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.93	1.5	1.2	1.7	2.6	2	1.8	1.8	2.4	1.5	1.8	2	2	1.7	1.7	1.5	2.4	2.1	2.1	2.5	1.6	1.6	2.5	2.6	1.7
MINI PAROS	2.40	3.6	3.8	2.7	2.2	3	1.8	1.6	0.4	1.9	4.2	2.1	2.7	1.8	2.6	2.4	3.5	1.7	2.1	1.8	2.7	2.2	1.5	0.6	4.8
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	6	6	3	5	7	6	5	4	7	5	7	4	5	4	7	5	7	6	9	8	4	5	7	7	5
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	3.68	2.9	3	3.6	3.2	3	4.4	4.6	5.2	4.6	2	3.9	3.3	4.5	3.7	4.2	2.1	4.3	3.8	3.7	3.7	4.2	4.1	4.8	1.5

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.93 HORAS

LOTE "A" LOTE "B" LOTE "C"

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 3.68 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. *Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 616 (Pre - Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	SETIEMBRE																						
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.73	1.6	2.5	1.7	0.6	0.8	1.7	2.4	1.4	2.3	1.6	1.1	2.6	1.3	1.8	3	2.3	1.6	1.4	1.8	0.7	1.9	2.1	1.5
MINI PAROS	2.40	2.5	2.3	3.2	4.8	5.4	2.7	1.3	3.2	1.9	1.8	2.7	1.3	2	1.9	0.5	0.6	2.7	2.5	2.3	4.9	0.2	1.3	3.3
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	5	5	8	5	2	3	5	7	4	7	5	4	8	4	5	9	7	5	4	7	2	6	7	4
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	3.88	4	3.2	3.2	2.6	1.8	3.6	4.3	3.4	3.8	4.6	4.2	4.1	4.7	4.3	4.5	5.1	3.7	4.1	3.9	2.4	5.9	4.6	3.2

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.73 HORAS

LOTE "A" LOTE "B" LOTE "C"

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 3.88 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. *Data Pre - Test Imprenta Martín 616 (variable Independiente)*

INDICADORES	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	PROMEDIO GENERAL
% TIEMPO DE CAMBIO	22.50%	24.13%	21.63%	22.75%
% TIEMPO DISPONIBLE	41.50%	46.00%	48.50%	45.33%
% MINIPAROS	36.00%	29.88%	29.88%	31.92%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, se presenta el resumen del análisis del grupo de control (impresora Martín 616), se puede ver el promedio de los tiempos de cambios y la disponibilidad de la impresora antes de la mejora.

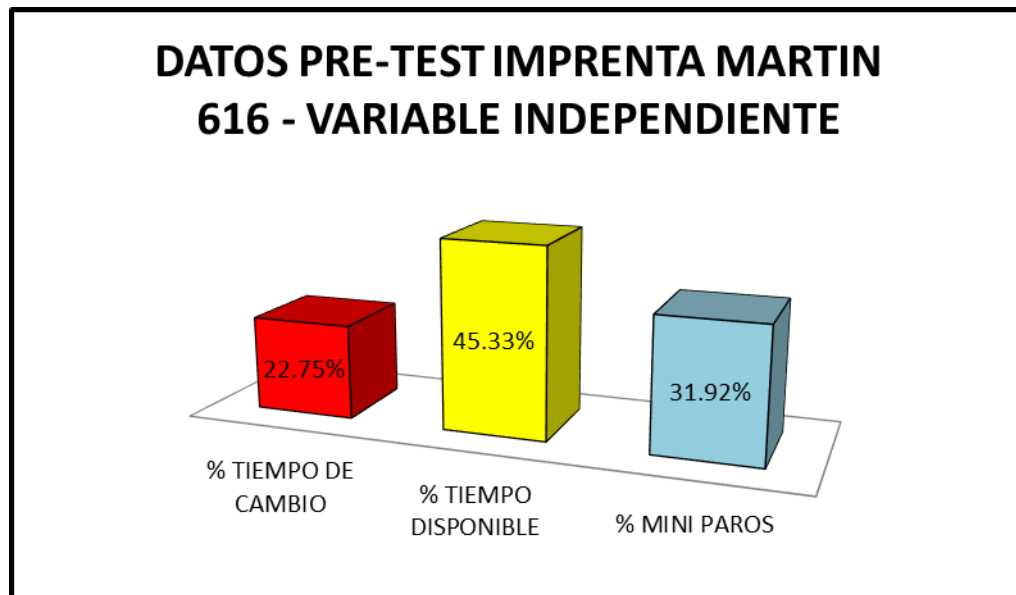


Figura 21. *Datos Pre - Test de la Impresora Martín 616 Variable Independiente*

A continuación, se presentan los datos pre-test de la productividad de la impresora Martín 616, la cual se tendrá en cuenta la producción planificada y la producción real dentro de los periodos de estudio, que a su vez está siendo considerado el tiempo programado, el número de órdenes de trabajo y el tiempo útil de producción de la máquina.

Tabla 21. Data Producción Julio Imprenta Martín 616 (Pre – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
J U L I O	DÍA 1	3	8	44800	32675	4.1	51.25%	72.94%	37.38%
	DÍA 2	3	8	44800	19500	2.6	32.50%	43.53%	14.15%
	DÍA 3	7	8	44800	25800	3.0	37.50%	57.59%	21.60%
	DÍA 4	8	8	44800	24125	2.9	36.25%	53.85%	19.52%
	DÍA 5	6	8	44800	21043	2.9	36.25%	46.97%	17.03%
	DÍA 6	5	8	44800	21358	3.4	42.50%	47.67%	20.26%
	DÍA 7	6	8	44800	23800	2.6	32.50%	53.13%	17.27%
	DÍA 8	9	8	44800	23900	2.8	35.00%	53.35%	18.67%
	DÍA 9	4	8	44800	36950	3.1	38.75%	82.48%	31.96%
	DÍA 10	4	8	44800	31283	3.5	43.75%	69.83%	30.55%
	DÍA 11	5	8	44800	30575	3.4	42.50%	68.25%	29.01%
	DÍA 12	10	8	44800	38575	3.3	41.25%	86.10%	35.52%
	DÍA 13	7	8	44800	32100	3.5	43.75%	71.65%	31.35%
	DÍA 14	8	8	44800	37250	3.8	47.50%	83.15%	39.49%
	DÍA 15	4	8	44800	24325	3.0	37.50%	54.30%	20.36%
	DÍA 16	3	8	44800	9375	1.4	17.50%	20.93%	3.66%
	DÍA 17	4	8	44800	54075	4.8	60.00%	120.70%	72.42%
	DÍA 18	4	8	44800	36475	4.3	53.75%	81.42%	43.76%
	DÍA 19	8	8	44800	28050	3.5	43.75%	62.61%	27.39%
	DÍA 20	6	8	44800	25760	3.5	43.75%	57.50%	25.16%
	DÍA 21	7	8	44800	20650	3.3	41.25%	46.09%	19.01%
	DÍA 22	8	8	44800	28900	3.6	45.00%	64.51%	29.03%
	DÍA 23	4	8	44800	53575	4.6	57.50%	119.59%	68.76%
	DÍA 24	5	8	44800	28331	2.7	33.75%	63.24%	21.34%
	DÍA 25	3	8	44800	35875	3.4	42.50%	80.08%	34.03%
	TOTAL	141	200	1120000	744325	83	41.50%	66.46%	27.58%

Fuente: Elaboración propia

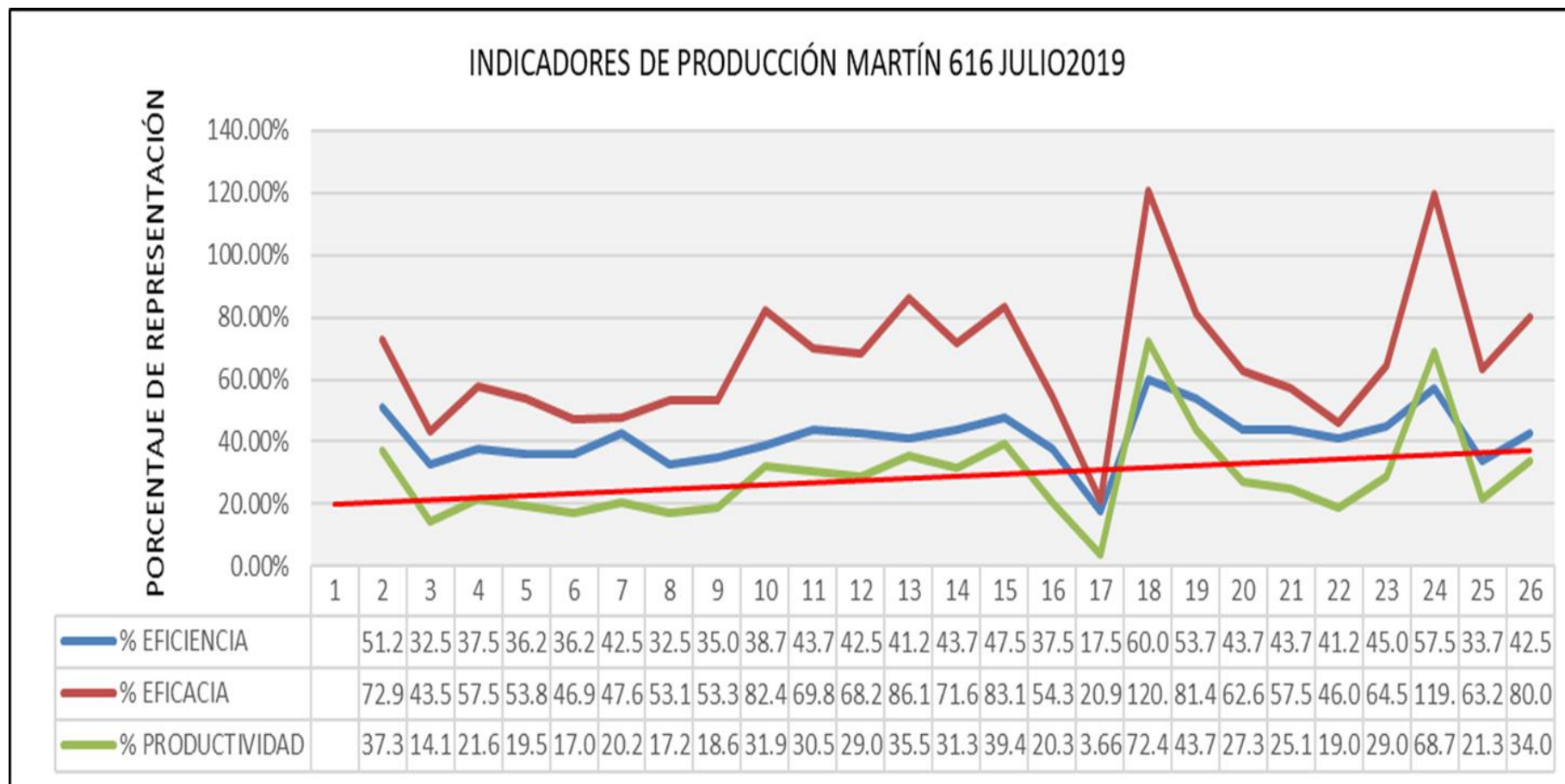


Figura 22. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 616 Pre – Test 2019

En la figura 22 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Julio, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 616.

Tabla 22. Data Producción Agosto Imprenta Martín 616 (Pre – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
A G O S T O	DÍA 1	6	8	44800	20100	2.9	36.25%	44.87%	16.26%
	DÍA 2	3	8	44800	26450	3.0	37.50%	59.04%	22.14%
	DÍA 3	5	8	44800	36175	3.6	45.00%	80.75%	36.34%
	DÍA 4	7	8	44800	40450	3.2	40.00%	90.29%	36.12%
	DÍA 5	6	8	44800	22900	3.0	37.50%	51.12%	19.17%
	DÍA 6	5	8	44800	46275	4.4	55.00%	103.29%	56.81%
	DÍA 7	4	8	44800	60825	4.6	57.50%	135.77%	78.07%
	DÍA 8	7	8	44800	54075	5.2	65.00%	120.70%	78.46%
	DÍA 9	5	8	44800	48200	4.6	57.50%	107.59%	61.86%
	DÍA 10	7	8	44800	9675	2.0	25.00%	21.60%	5.40%
	DÍA 11	4	8	44800	34500	3.9	48.75%	77.01%	37.54%
	DÍA 12	5	8	44800	28275	3.3	41.25%	63.11%	26.03%
	DÍA 13	4	8	44800	38100	4.5	56.25%	85.04%	47.84%
	DÍA 14	7	8	44800	42045	3.7	46.25%	93.85%	43.41%
	DÍA 15	5	8	44800	54250	4.2	52.50%	121.09%	63.57%
	DÍA 16	7	8	44800	19375	2.1	26.25%	43.25%	11.35%
	DÍA 17	6	8	44800	49537	4.3	53.75%	110.57%	59.43%
	DÍA 18	9	8	44800	28275	3.8	47.50%	63.11%	29.98%
	DÍA 19	8	8	44800	30987	3.7	46.25%	69.17%	31.99%
	DÍA 20	4	8	44800	33575	3.7	46.25%	74.94%	34.66%
	DÍA 21	5	8	44800	46600	4.2	52.50%	104.02%	54.61%
	DÍA 22	7	8	44800	25933	4.1	51.25%	57.89%	29.67%
	DÍA 23	7	8	44800	52665	4.8	60.00%	117.56%	70.53%
	DÍA 24	5	8	44800	11975	1.5	18.75%	26.73%	5.01%
	TOTAL	138	192	1075200	861217	88.3	45.99%	80.10%	36.84%

Fuente: Elaboración propia

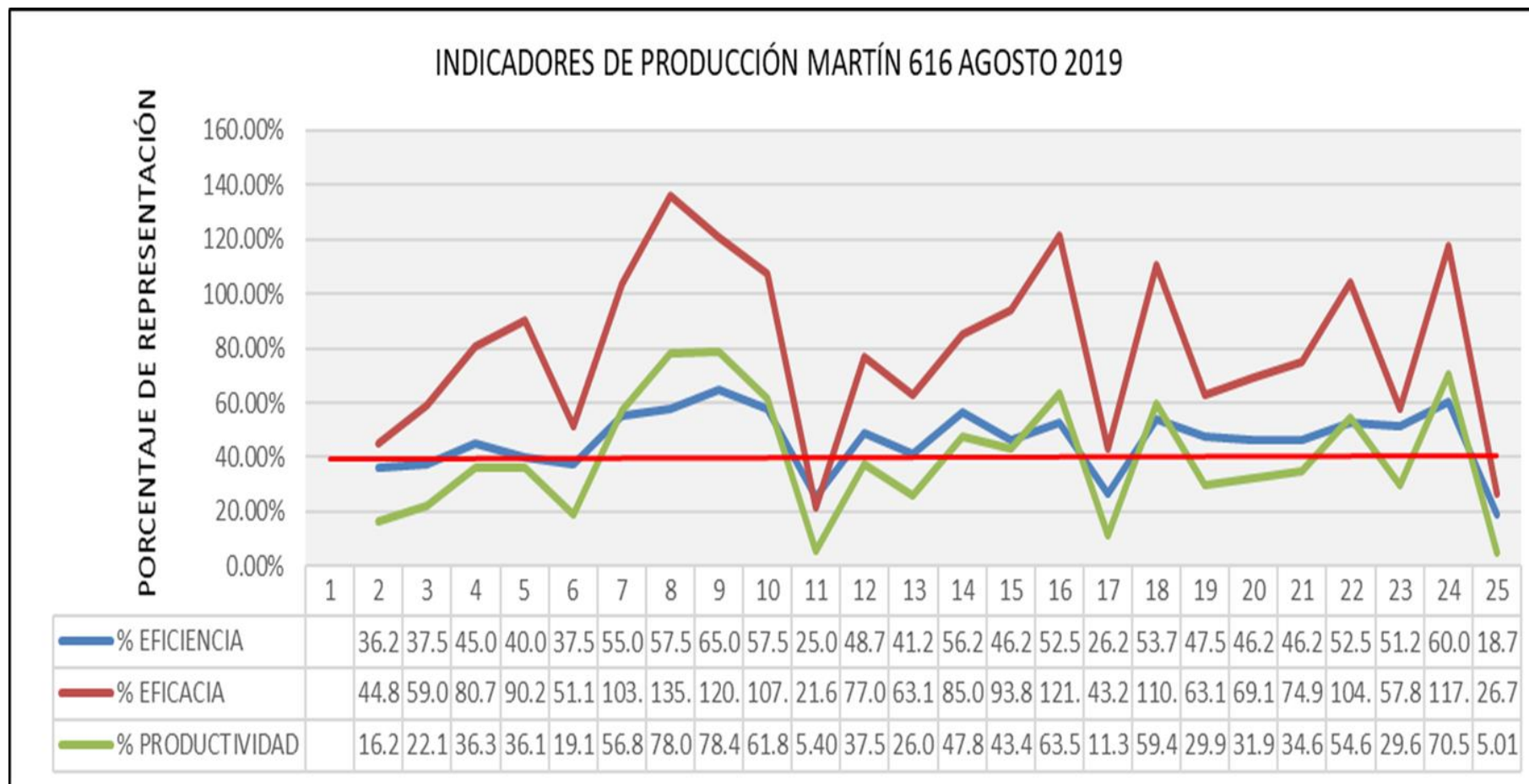


Figura 23. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 616 Pre – Test 2019

En la figura 23 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de agosto, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 616.

Tabla 23. Data Producción Setiembre Imprenta Martín 616 (Pre – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
S E T I E M B R E	DÍA 1	5	8	44800	40700	4.0	50.00%	90.85%	45.42%
	DÍA 2	8	8	44800	18211	3.2	40.00%	40.65%	16.26%
	DÍA 3	5	8	44800	25775	3.2	40.00%	57.53%	23.01%
	DÍA 4	2	8	44800	22475	2.6	32.50%	50.17%	16.30%
	DÍA 5	3	8	44800	15525	1.8	22.50%	34.65%	7.80%
	DÍA 6	5	8	44800	39550	3.6	45.00%	88.28%	39.73%
	DÍA 7	7	8	44800	44300	4.3	53.75%	98.88%	53.15%
	DÍA 8	4	8	44800	34125	3.4	42.50%	76.17%	32.37%
	DÍA 9	7	8	44800	45925	3.8	47.50%	102.51%	48.69%
	DÍA 10	5	8	44800	45575	4.6	57.50%	101.73%	58.49%
	DÍA 11	4	8	44800	40459	4.2	52.50%	90.31%	47.41%
	DÍA 12	8	8	44800	35100	4.1	51.25%	78.35%	40.15%
	DÍA 13	4	8	44800	57450	4.7	58.75%	128.24%	75.34%
	DÍA 14	5	8	44800	40900	4.3	53.75%	91.29%	49.07%
	DÍA 15	9	8	44800	44575	4.5	56.25%	99.50%	55.97%
	DÍA 16	7	8	44800	49875	5.1	63.75%	111.33%	70.97%
	DÍA 17	5	8	44800	29200	3.7	46.25%	65.18%	30.15%
	DÍA 18	4	8	44800	33844	4.1	51.25%	75.54%	38.72%
	DÍA 19	7	8	44800	32475	3.9	48.75%	72.49%	35.34%
	DÍA 20	2	8	44800	21975	2.4	30.00%	49.05%	14.72%
	DÍA 21	6	8	44800	94647	5.9	73.75%	211.27%	155.81%
	DÍA 22	7	8	44800	39050	4.6	57.50%	87.17%	50.12%
	DÍA 23	4	8	44800	33250	3.2	40.00%	74.22%	29.69%
	TOTAL	123	184	1030400	884961	89.2	48.48%	85.89%	41.64%

Fuente: Elaboración propia

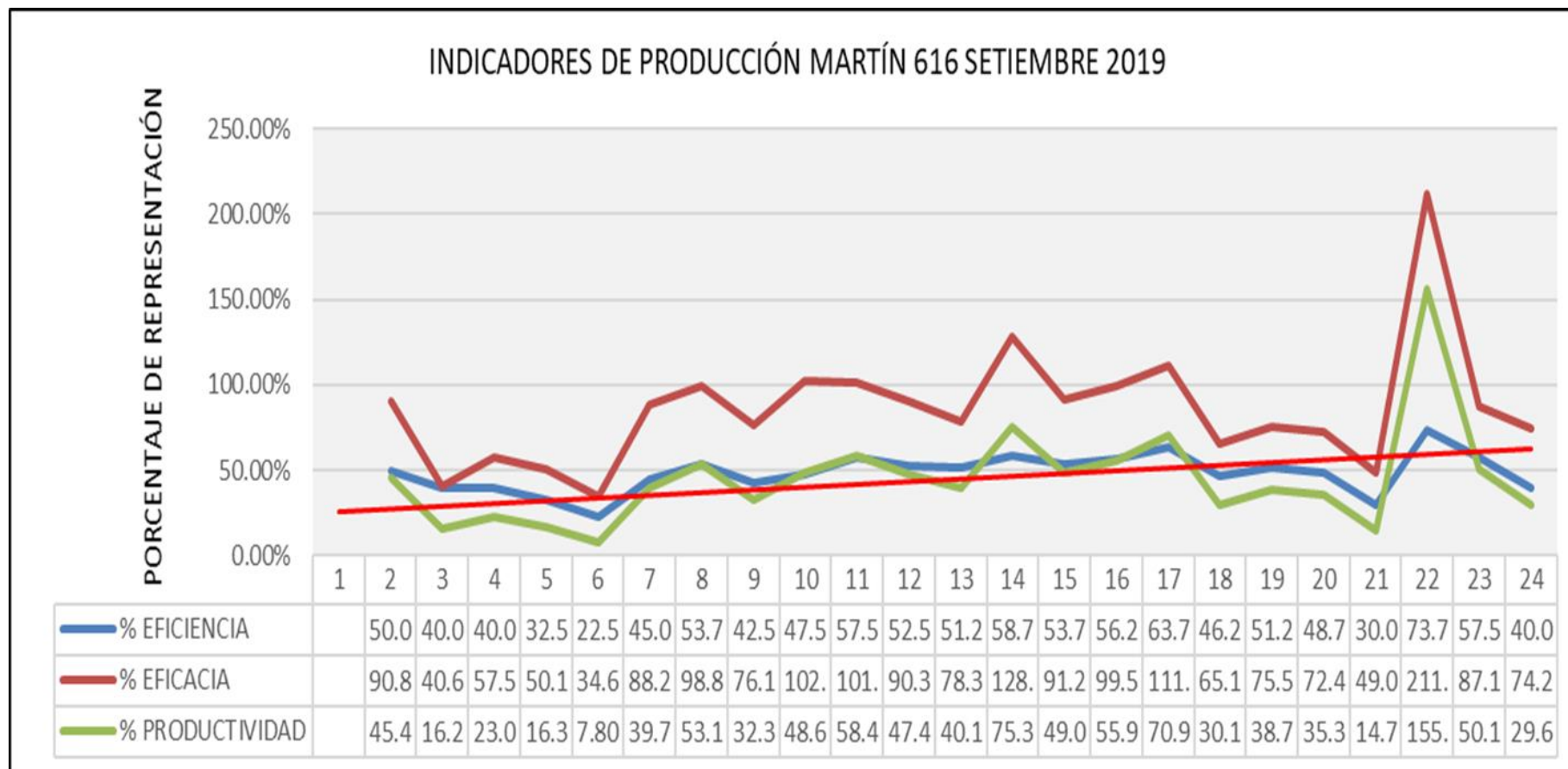


Figura 24. Gráfica de productividad del mes de Setiembre para la Imprenta Martín 616 Pre – Test 2019

En la figura 24 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Setiembre, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 616.

Tabla 24. *Data Productividad Setiembre Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)*

MES	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
	CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
JULIO	141	200	1120000	744325	83	41.50%	66.46%	27.58%
AGOSTO	138	192	1075200	861217	88.3	45.99%	80.10%	36.84%
SETIEMBRE	123	184	1030400	884961	89.2	48.48%	85.89%	41.64%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24, se presenta el resumen de los meses de estudio del grupo de control antes de la mejora, las cuales se verán reflejadas a continuación:

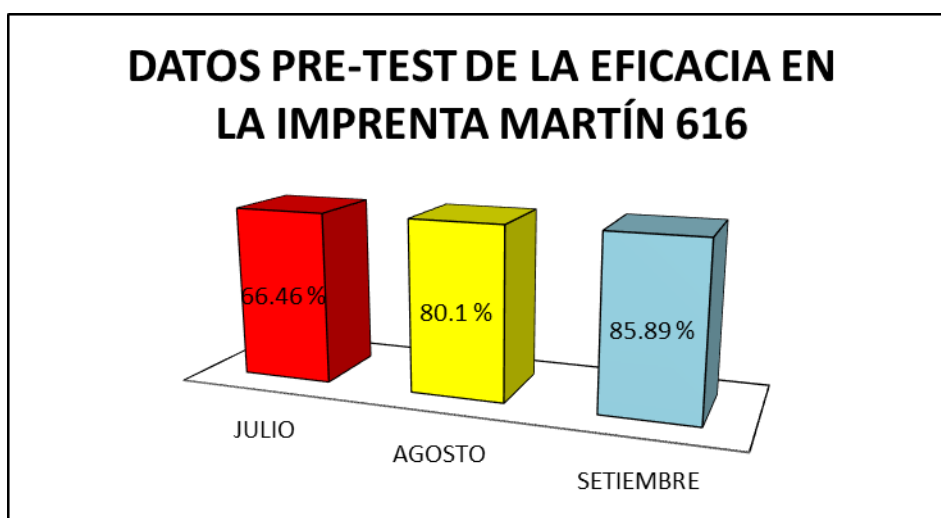


Figura 25. *Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Martín 616*

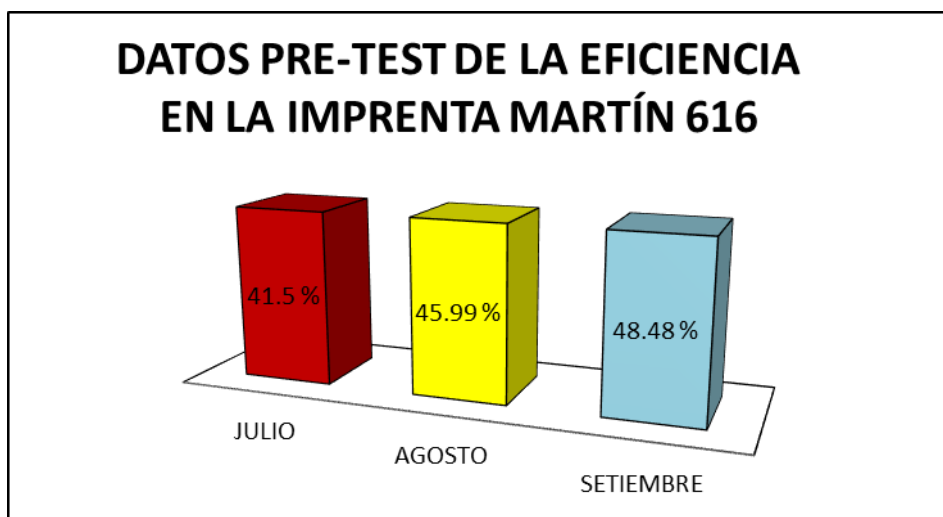


Figura 26. *Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Martín 616*

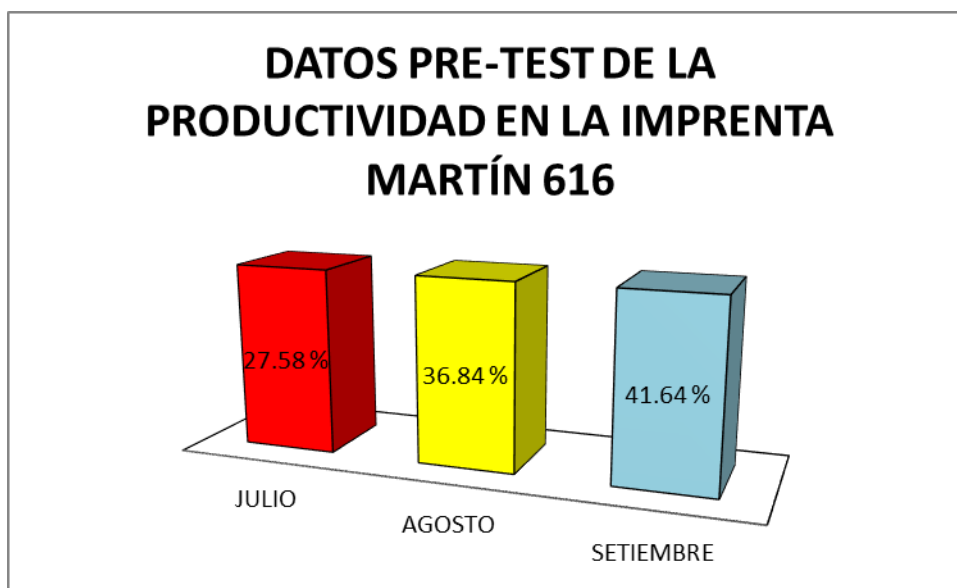


Figura 27. Datos Pre -Test de la Productividad en la Imprenta Martín 616

5.5.3.3 DATOS PRE – TEST (GRUPO DE CONTROL IMPRENTA BOBST 618).

Tabla 25. Tiempo de Cambio Julio Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	JULIO																							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.27	1.3	1	1.7	0.3	0.7	0.7	1.4	0.6	0.9	1.6	0.6	1.2	1.6	1.6	1.3	1	2	1.4	2	2.3	1.6	1.7	1.5	0.5
MINI PAROS	2.68	2.4	2.2	4.5	3.1	5.1	2.6	1.5	3.2	2.8	1.3	3	3.8	2.2	1.5	4.6	1.4	2.8	2.2	2.1	2.5	2.8	2.5	2.1	2
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	6	8	6	7	3	2	5	8	5	5	8	3	6	7	8	5	5	9	7	9	11	7	7	9	5
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	4.05	4.3	4.8	1.8	4.6	2.2	4.7	5.1	4.2	4.3	5.1	4.4	3	4.2	4.9	2.1	5.6	3.2	4.4	3.9	3.2	3.6	3.8	4.4	5.5

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.27 HORAS

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 4.05 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. *Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	AGOSTO																							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.58	1.3	1	2.8	1.9	0.9	2.4	1	1.5	1.4	2.1	2.1	1.2	1.3	1.2	0.9	1.3	2	2.2	1.3	2	1.9	2.4	0.7	1.1
MINI PAROS	2.41	3.3	4.5	1.9	2.1	2.1	1.7	2.1	2.3	3.6	2.8	1.9	2.4	2.3	1.8	1.8	2.1	1.8	2.5	3.2	1.5	1.6	1.3	5.8	1.4
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	7	8	6	12	8	5	9	4	5	6	9	9	7	5	5	6	8	12	10	8	7	8	10	3	5
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	4.03	3.4	2.5	3.3	4	5	3.9	4.9	4.3	3.1	3.1	4	4.4	4.4	5	5.3	4.6	4.2	3.4	3.5	4.5	4.5	4.3	1.5	5.5

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.58 HORAS

LOTE "A" LOTE "B" LOTE "C"

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 4.03 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. *Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	SETIEMBRE																							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.45	1.3	1	1.4	2.1	1	1.3	0.8	2.2	1.9	1.4	1.1	0.9	1.2	1.1	2	1.6	1.6	0.4	0.9	1.9	3	1.8	2	1
MINI PAROS	2.40	2.2	3.3	5.3	1.7	3.7	5.2	2.1	1.7	1.7	1.4	4.4	2.1	1.5	2.9	1.4	1.1	1	3	1.7	2.2	2.2	1.7	1.8	2.7
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	7	7	5	5	9	4	5	5	11	10	7	5	4	6	6	9	8	9	4	5	10	10	8	9	5
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	4.14	4.5	3.8	1.3	4.2	3.3	1.5	5.2	4.1	4.4	5.2	2.5	5	5.3	4	4.6	5.3	5.4	4.6	5.4	3.9	2.8	4.5	4.3	4.3

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.45 HORAS

LOTE "A" LOTE "B" LOTE "C"

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 4.14 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. *Datos Pre – Test Imprenta Bobst 618 (Variable Independiente)*

INDICADORES	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	PROMEDIO GENERAL
% TIEMPO DE CAMBIO	15.88%	19.75%	18.13%	17.92%
% TIEMPO DISPONIBLE	50.63%	50.38%	51.75%	50.92%
% MINIPAROS	33.50%	29.88%	30.13%	31.17%

Fuente: Elaboración propia

DATOS PRE-TEST IMPRENTA BOBST 618 - VARIABLE INDEPENDIENTE

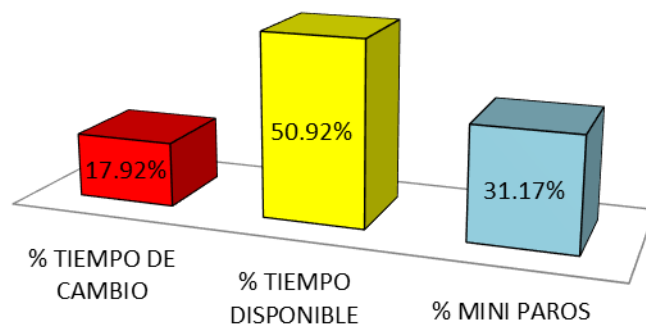


Figura 28. *Datos Pre - Test de la Imprenta Bobst 618 Variable Independiente*

Tabla 29. Data Productividad Julio Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
J U L I O	DÍA 1	8	8	57100	62575	4.3	53.75%	109.59%	58.90%
	DÍA 2	6	8	57100	61900	4.8	60.00%	108.41%	65.04%
	DÍA 3	7	8	57100	21125	1.8	22.50%	37.00%	8.32%
	DÍA 4	3	8	57100	63900	4.6	57.50%	111.91%	64.35%
	DÍA 5	2	8	57100	21950	2.2	27.50%	38.44%	10.57%
	DÍA 6	5	8	57100	54825	4.7	58.75%	96.02%	56.41%
	DÍA 7	8	8	57100	76050	5.1	63.75%	133.19%	84.91%
	DÍA 8	5	8	57100	65450	4.2	52.50%	114.62%	60.18%
	DÍA 9	5	8	57100	41275	4.3	53.75%	72.29%	38.85%
	DÍA 10	8	8	57100	65425	5.1	63.75%	114.58%	73.04%
	DÍA 11	3	8	57100	63275	4.4	55.00%	110.81%	60.95%
	DÍA 12	6	8	57100	38675	3.0	37.50%	67.73%	25.40%
	DÍA 13	7	8	57100	47000	4.2	52.50%	82.31%	43.21%
	DÍA 14	8	8	57100	49400	4.9	61.25%	86.51%	52.99%
	DÍA 15	5	8	57100	20075	2.1	26.25%	35.16%	9.23%
	DÍA 16	5	8	57100	84500	5.6	70.00%	147.99%	103.59%
	DÍA 17	9	8	57100	43850	3.2	40.00%	76.80%	30.72%
	DÍA 18	7	8	57100	59300	4.4	55.00%	103.85%	57.12%
	DÍA 19	9	8	57100	58325	3.9	48.75%	102.15%	49.80%
	DÍA 20	11	8	57100	50075	3.2	40.00%	87.70%	35.08%
	DÍA 21	7	8	57100	47809	3.6	45.00%	83.73%	37.68%
	DÍA 22	7	8	57100	45700	3.8	47.50%	80.04%	38.02%
	DÍA 23	9	8	57100	56175	4.4	55.00%	98.38%	54.11%
	DÍA 24	5	8	57100	63275	5.5	68.75%	110.81%	76.18%
	TOTAL	155	192	1370400	1261909	97.3	50.68%	92.08%	46.67%

Fuente: Elaboración propia

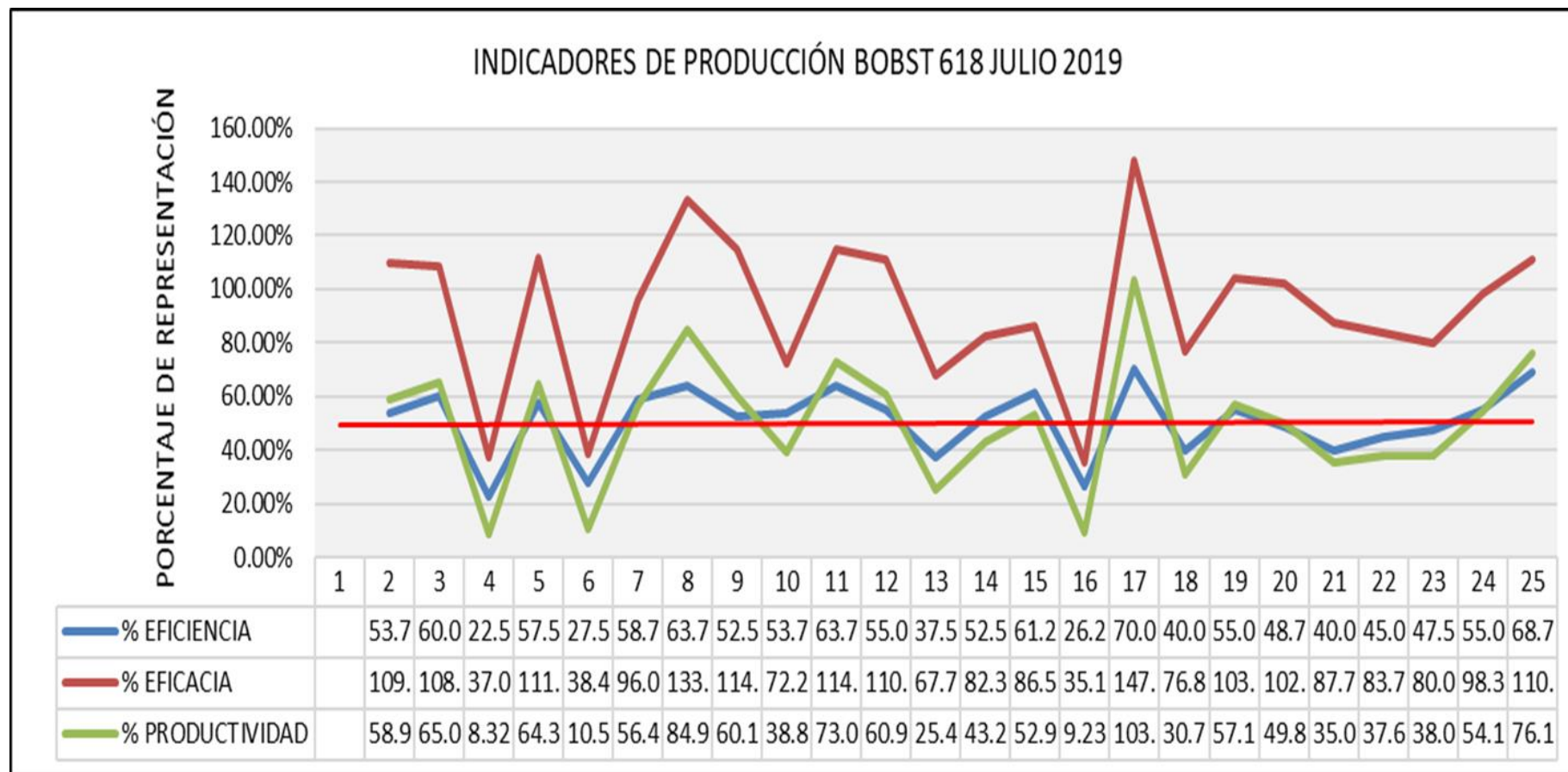


Figura 29. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Bobst 618 Pre – Test 2019

En la figura 29 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Julio, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Bobst 618.

Tabla 30. Data Productividad Agosto Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
A G O S T O	DÍA 1	8	8	57100	45125	3.4	42.50%	79.03%	33.59%
	DÍA 2	6	8	57100	31050	2.5	31.25%	54.38%	16.99%
	DÍA 3	12	8	57100	40300	3.3	41.25%	70.58%	29.11%
	DÍA 4	8	8	57100	50975	4.0	50.00%	89.27%	44.64%
	DÍA 5	5	8	57100	65875	5.0	62.50%	115.37%	72.10%
	DÍA 6	9	8	57100	48750	3.9	48.75%	85.38%	41.62%
	DÍA 7	4	8	57100	74575	4.9	61.25%	130.60%	80.00%
	DÍA 8	5	8	57100	48195	4.3	53.75%	84.40%	45.37%
	DÍA 9	6	8	57100	29225	3.1	38.75%	51.18%	19.83%
	DÍA 10	9	8	57100	46100	3.1	38.75%	80.74%	31.29%
	DÍA 11	9	8	57100	52200	4.0	50.00%	91.42%	45.71%
	DÍA 12	7	8	57100	62100	4.4	55.00%	108.76%	59.82%
	DÍA 13	5	8	57100	61550	4.4	55.00%	107.79%	59.29%
	DÍA 14	5	8	57100	64300	5.0	62.50%	112.61%	70.38%
	DÍA 15	6	8	57100	83950	5.3	66.25%	147.02%	97.40%
	DÍA 16	8	8	57100	66200	4.6	57.50%	115.94%	66.66%
	DÍA 17	12	8	57100	51425	4.2	52.50%	90.06%	47.28%
	DÍA 18	10	8	57100	43700	3.4	42.50%	76.53%	32.53%
	DÍA 19	8	8	57100	38725	3.5	43.75%	67.82%	29.67%
	DÍA 20	7	8	57100	59625	4.5	56.25%	104.42%	58.74%
	DÍA 21	8	8	57100	51300	4.5	56.25%	89.84%	50.54%
	DÍA 22	10	8	57100	51025	4.3	53.75%	89.36%	48.03%
	DÍA 23	3	8	57100	18625	1.5	18.75%	32.62%	6.12%
	DÍA 24	5	8	57100	62150	5.5	68.75%	108.84%	74.83%
	TOTAL	175	192	1370400	1247045	96.6	50.31%	91.00%	45.78%

Fuente: Elaboración propia

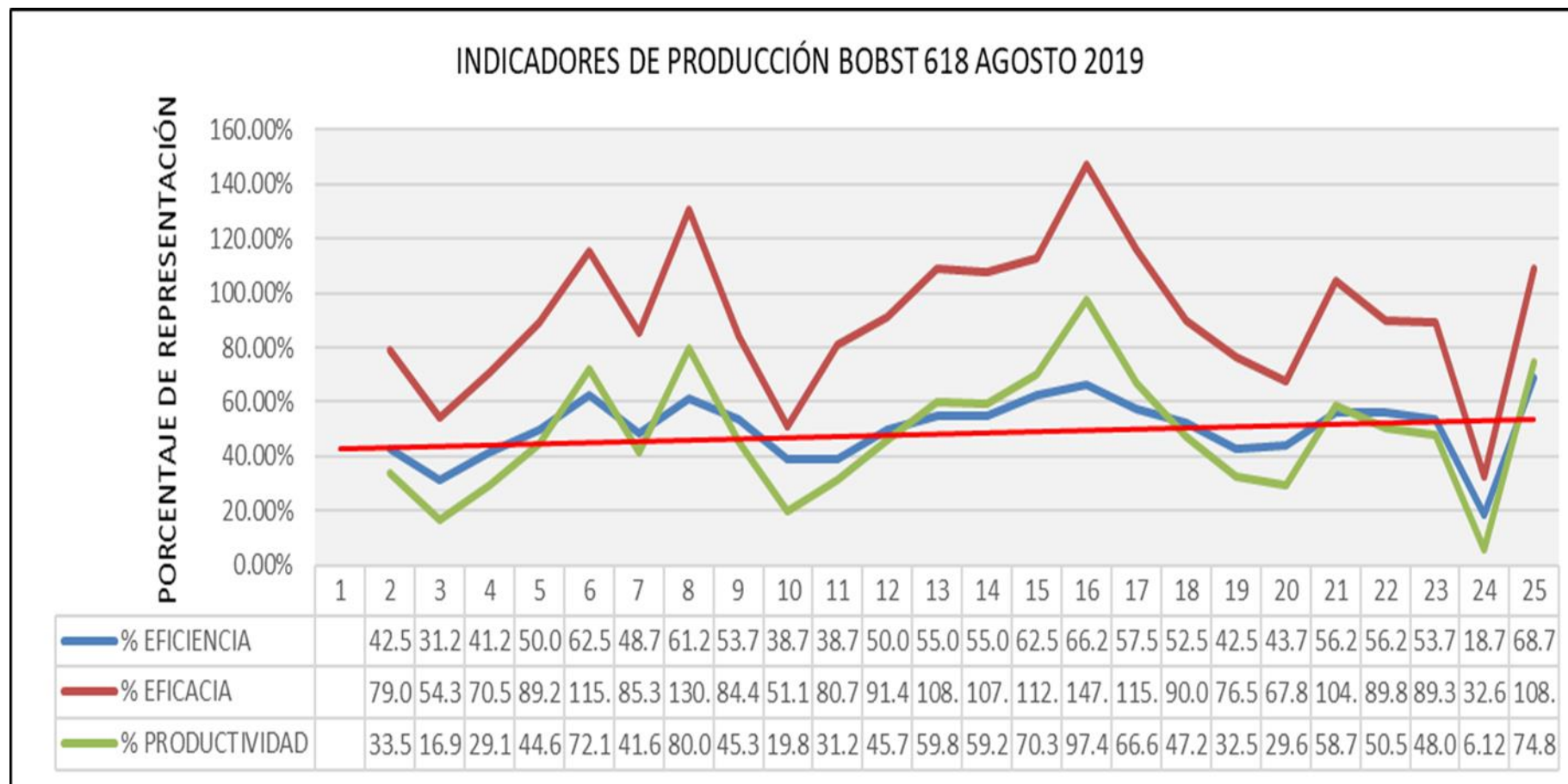


Figura 30. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Bobst 618 Pre – Test 2019

En la figura 30 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de agosto, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Bobst 618.

Tabla 31. Data Productividad Setiembre Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
S E T I E M B R E	DÍA 1	7	8	57100	69478	4.5	56.25%	121.68%	68.44%
	DÍA 2	5	8	57100	48425	3.8	47.50%	84.81%	40.28%
	DÍA 3	5	8	57100	17998	1.3	16.25%	31.52%	5.12%
	DÍA 4	9	8	57100	58300	4.2	52.50%	102.10%	53.60%
	DÍA 5	4	8	57100	17609	3.3	41.25%	30.84%	12.72%
	DÍA 6	5	8	57100	22525	1.5	18.75%	39.45%	7.40%
	DÍA 7	5	8	57100	72275	5.2	65.00%	126.58%	82.27%
	DÍA 8	11	8	57100	50900	4.1	51.25%	89.14%	45.69%
	DÍA 9	10	8	57100	55675	4.4	55.00%	97.50%	53.63%
	DÍA 10	7	8	57100	60100	5.2	65.00%	105.25%	68.42%
	DÍA 11	5	8	57100	20450	2.5	31.25%	35.81%	11.19%
	DÍA 12	4	8	57100	66500	5.0	62.50%	116.46%	72.79%
	DÍA 13	6	8	57100	64525	5.3	66.25%	113.00%	74.86%
	DÍA 14	6	8	57100	40375	4.0	50.00%	70.71%	35.35%
	DÍA 15	9	8	57100	40975	4.6	57.50%	71.76%	41.26%
	DÍA 16	8	8	57100	61207	5.3	66.25%	107.19%	71.02%
	DÍA 17	9	8	57100	63425	5.4	67.50%	111.08%	74.98%
	DÍA 18	4	8	57100	73645	4.6	57.50%	128.98%	74.16%
	DÍA 19	5	8	57100	53232	5.4	67.50%	93.23%	62.93%
	DÍA 20	10	8	57100	57775	3.9	48.75%	101.18%	49.33%
	DÍA 21	10	8	57100	33445	2.8	35.00%	58.57%	20.50%
	DÍA 22	8	8	57100	57000	4.5	56.25%	99.82%	56.15%
	DÍA 23	9	8	57100	64075	4.3	53.75%	112.22%	60.32%
	DÍA 24	5	8	57100	60175	4.3	53.75%	105.39%	56.64%
	TOTAL	166	192	1370400	1230089	99.4	51.77%	89.76%	46.47%

Fuente: Elaboración propia

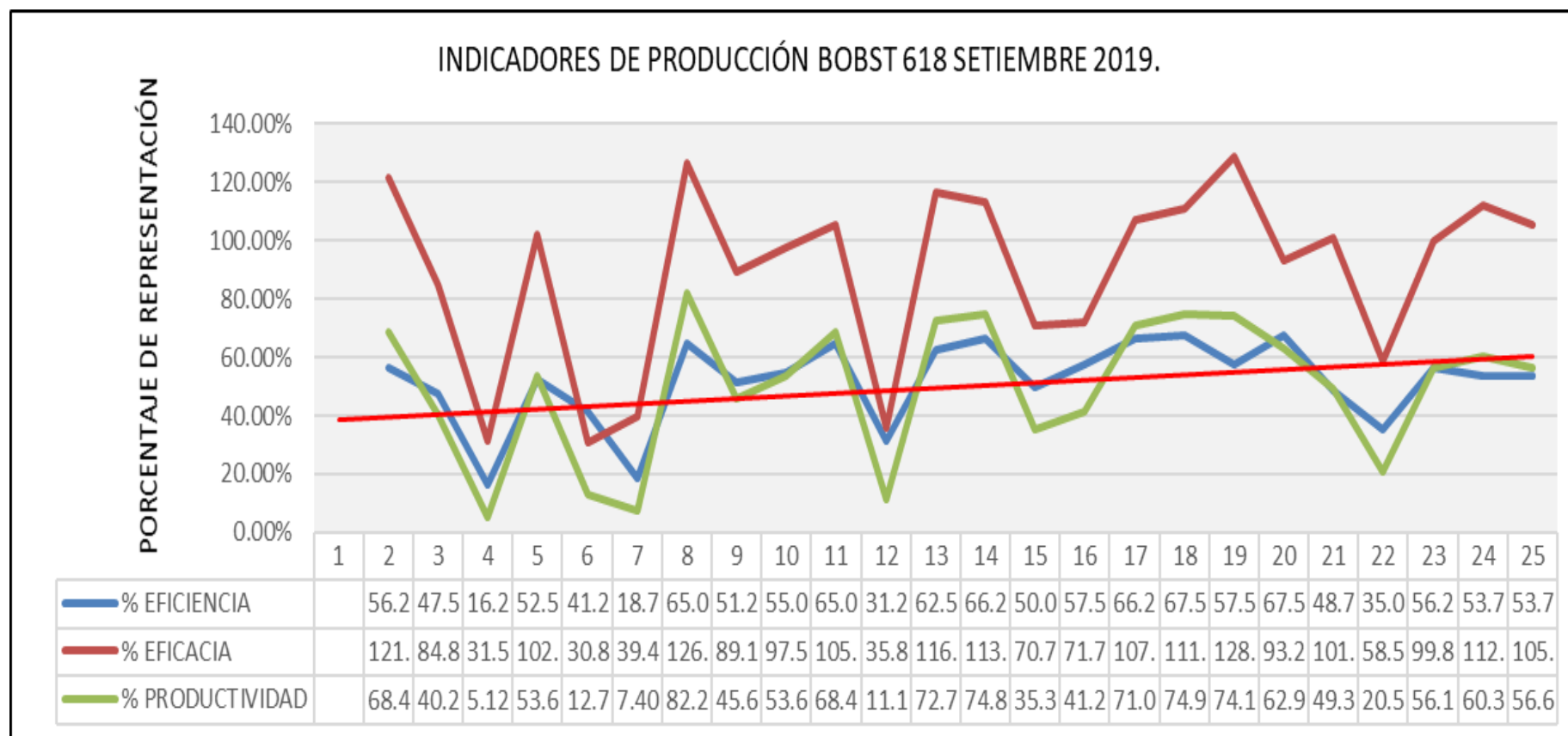


Figura 31. *Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Bobst 618 Pre – Test 2019*

En la figura 31 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Setiembre, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Bobst 618.

Tabla 32. Resumen de productividad Imprenta Bobst 618 (Pre – Test)

MES	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
	CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
JULIO	155	192	1370400	1261909	97.3	50.68%	92.08%	46.67%
AGOSTO	175	192	1370400	1247045	96.6	50.31%	91.00%	45.78%
SETIEMBRE	166	192	1370400	1230089	99.4	51.77%	89.76%	46.47%

Fuente: Elaboración propia

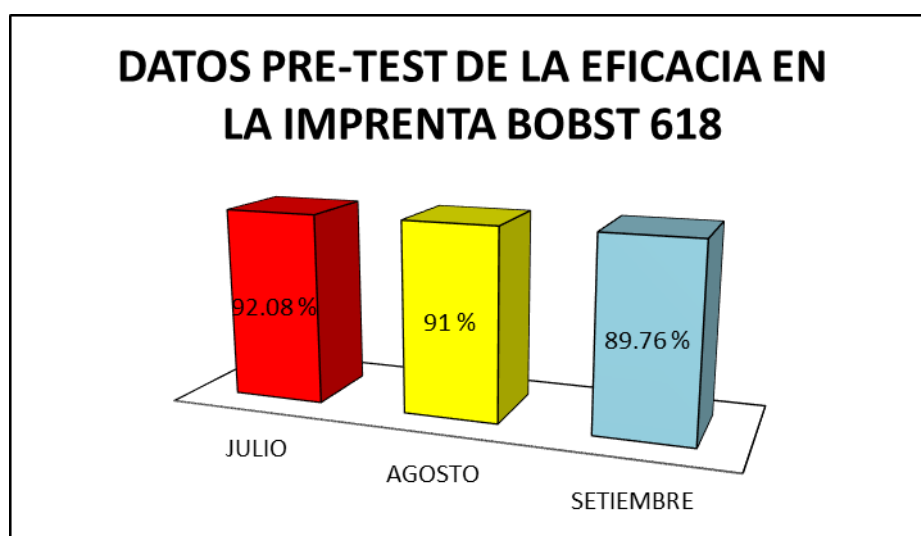


Figura 32. Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Bobst 618

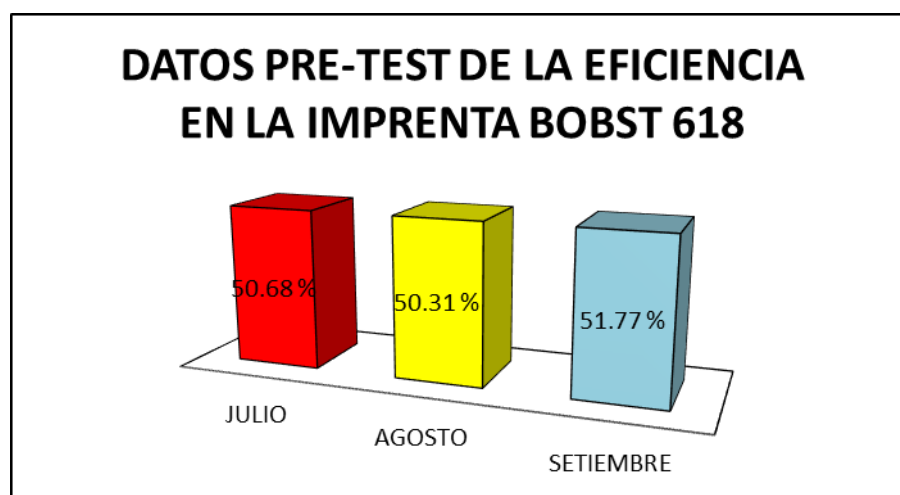


Figura 33. Datos Pre - Test de la Eficiencia en la Imprenta Bobst 618

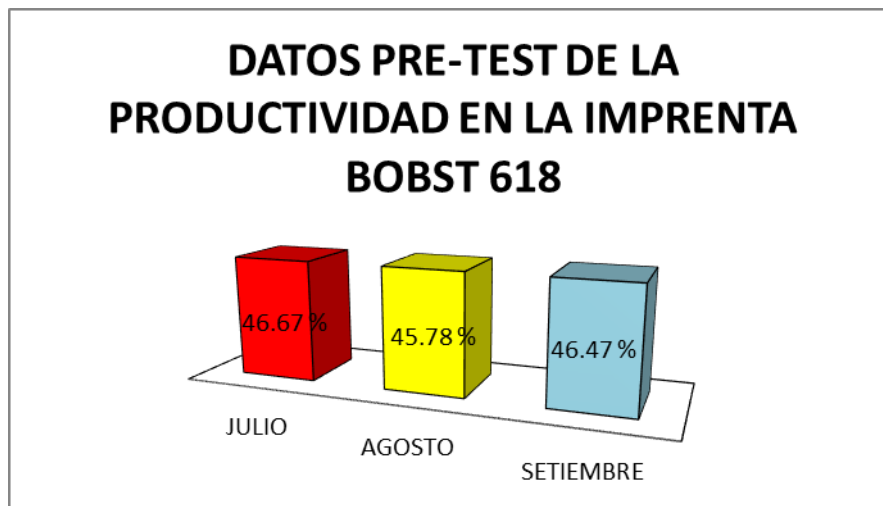


Figura 34. Datos Pre - Test de la Productividad en la Imprenta Bobst 618

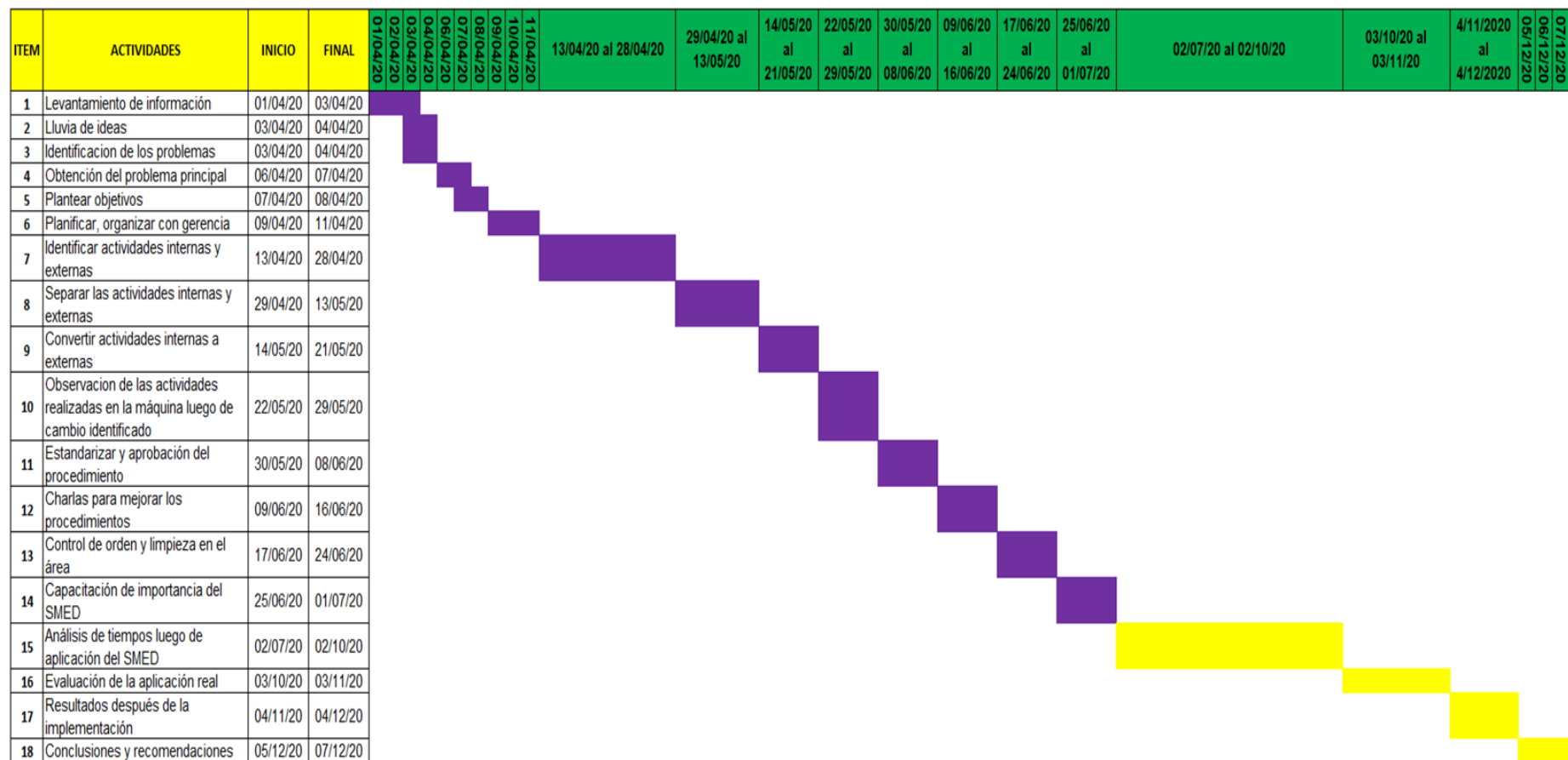
3.5.4 Desarrollo de la propuesta de mejora.

Para el desarrollo de la investigación se elaboró un diagrama de Gantt el cual se detalla en la tabla 33, un cronograma de actividades en las cuales cuenta con los tiempos estimados del mes de abril hasta el mes de diciembre del año 2020, cuyo fin es la implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, basándose todo esto con el procedimiento del proyecto, que comienza desde el proyecto de la preparación que rige desde el día 02/04/2020 hasta el día 11/04/2020, en las cuales consiste en el levantamiento de información, identificación de los problemas, obtención del problema principal, plantear objetivos, planificación y organización con gerencia.

Luego del planeamiento, se realizó la implementación que inicio el 13/04/2020 hasta el día 01/07/2020, la cual empieza desde la identificación de actividades internas y externas las cuales se irán reduciendo de manera óptima para convertir las actividades internas en externas y poder reducir los tiempos en los cambios de formatos, además se capacitará al personal acerca de la importancia de la herramienta en su entorno de trabajo.

Finalmente se realiza la evaluación y control que iniciará del 02/07/2020 hasta el día 07/12/2020, en la cual consiste en la evaluación de la implementación de la herramienta SMED y los resultados obtenidos luego de aplicar las mejoras el cual se entregará un informe a gerencia mostrando los resultados obtenidos del antes y el después en la línea flexográfica Martin 618.

Tabla 33. Diagrama Gantt de Ejecución



Fuente: Elaboración propia

3.5.4.1. Fase preliminar: No se distinguen las preparaciones internas y externas.

Para Villaseñor y Galindo (2012, p. 62). Al confundir las actividades internas con las externas, hace que muchas actividades que se puede realizar externamente se conviertan en internas, por consiguiente, las máquinas están paradas por tiempos más prolongados disminuyendo su disponibilidad.

Aplicando la técnica de la observación directa en el trabajo de campo de la línea flexográfica Martín 618 y con ayuda de videos para observar mejor cada actividad que realiza los colaboradores durante el cambio de formato y durante la producción de una O/T se puede reconocer las siguientes actividades internas y externas. Evidenciándose que en el método actual no realizan un correcto pre alistamiento para los pedidos lo que incrementa el tiempo de parada de máquina, no tienen una actividad asignada para cada colaborador haciendo que unos realicen más actividades (maquinista y segundo maquinista) y otros acarreando tiempo ocio entre los ayudantes.

3.5.4.2. 1° Fase: Separación de la preparación interna y externa.

Madariaga (2013, p. 95). Este proceso consta de poner a prueba las operaciones que podrían realizarse con pequeños recursos, con la maquinaria en funcionamiento como pre alistamientos, transporte de materias primas, preparación de las herramientas y equipos necesarios para agilizar un proceso, distinguir las actividades externas primordiales y necesarias a realizar cuando la maquina esta parada.

Lozano, J., et al. (2017, p. 3609). Se tiene que considerar que ciertos factores externos pueden afectar a la máquina en los cambios realizados, así mismo se considera el uso de equipos, personal y materia prima dentro de estos factores para evitar fallos en la aplicación del SMED.

Se prosigue a identificar las actividades internas que se realizan con máquina parada durante el cambio de formato identificando 16 actividades y asignado 4 actividades para cada colaborador teniendo en cuenta su experiencia, distancia de recorrido, entrenamiento y medición de tareas para cada operario con la finalidad de que ninguno tenga tiempo ocio.

Actividades Internas / Método Actual.		N°
Operario 1	Lanzamiento del pedido en la consola.	1
	Realizar el ajuste de los parámetros de la máquina.	2
	Cerrar el pedido finalizado (notificar en el sistema).	3
	Limpieza del inyector de Goma.	4
Operario 2	Retirar los clises del pedido anterior.	5
	Colocar los clises del pedido a producir.	6
	Colocar el número de lote en el clisés.	7
	Realizar el ajuste de la flejadora CEMA.	8
Ayudante 1	Sacar la tinta usada del sistema de entintado.	9
	Lavar el sistema de entintado.	10
	Colocar la tinta para el pedido a producir.	11
	Medir Viscosidad y PH.	12
Ayudante 2	Colocar los paños en el introductor y regular compuertas de vacío.	13
	lavar los clises usador y colgarlos en el anaquel.	14
	Ordenar los Valdés de tinta usados al anaquel.	15
	Revisar las medidas del paño y calibre.	16

Figura 35. *Actividades Internas / Método Actual*

Se identifica las actividades externas que se puede realizar cuando la máquina está en producción teniendo en cuenta el plan de calidad de la empresa y adicionando las actividades de pre alistamiento para el siguiente pedido, se identifican 16 actividades asignado 4 a cada colaborador según los criterios ya mencionados.

Actividades Externas / Método Actual.		N°
Operario 1	Calibración del pedido (registro de colores)	1
	Revisar medidas de caja según FTP, raya de aristas.	2
	Revisar pegado de cajas .	3
	Revisar tonalidad del color Vs cartilla GCMI o GCCP.	4
	Revisar el armado de caja, sin reventamiento interior.	5
Operario 2	Revisar caja impresa vs NI.	6
	Revisar N° de lote impreso en caja.	7
	Reajustes de la flejadora CEMA.	8
Ayudante 1	Medir Viscosidad y PH.	9
	Medir el calibre de la caja (parte impresa)	10
	Realizar BCT de la caja .	11
	Pesar caja impresa.	12
Ayudante 2	Pre alistar la tinta del siguiente pedido.	13
	Pre alistar los clises del siguiente pedido.	14
	Pre alistar el N° lote para el siguiente pedido.	15
	Pre alistar los paños del siguiente pedido.	16

Figura 36. *Actividades Externas / Método Actual*

Shigeo Shingo en su libro, *Una Revolución en la Producción el Sistema SMED* manifiesta que uno de los objetivos de la técnica SMED es hacer de las actividades internas que involucran parar la línea en actividades externas, para obtener una mayor ganancia de productivo de la línea, es decir, incrementar la disponibilidad y productividad de las mismas.

Se realizará un DOP de la máquina flexográfica en estudio después de las mediciones de tiempos para cada actividad de cambio de formatos, donde se puede apreciar que cuando se realiza un cambio drástico de un formato de cuatro colores a otros cuatro colores diferentes el cambio de setup demora hasta 18 minutos y se evidencia que la actividad de lavar de módulo en automático y con sistema de entintado es la que más demora.

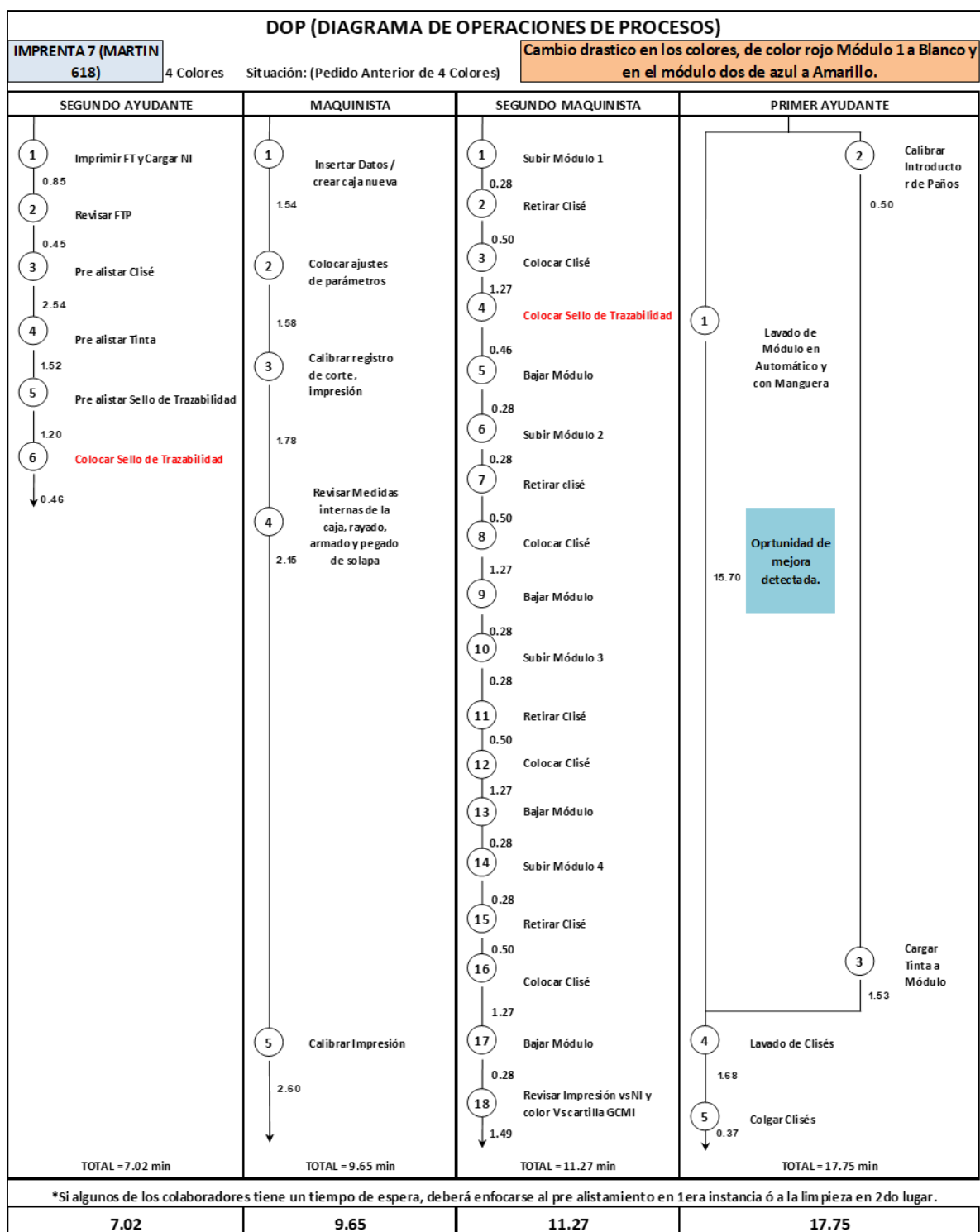


Figura 37. Diagrama de Operaciones de Proceso Cambio de cuatro colores a cuatro colores

En el DOP se muestra la actividad que demora más tiempo para un cambio de formato de (4 a 4 colores), en los anexos se puede apreciar (4 a 3 colores) y (4 a 2 colores), lo cual es una oportunidad de mejora.

Durante la implementación se encontro que la demora en el sistema de lavado de los modulos es debido a una mala presión en los aspersores de las camaras de rasqueta, los cuales estaban mu deteriorados por lo que se solicita al area de mantenimiento su cambio, como se identifica en la figura 38 y 39.



Figura 38. *Cámara de rasqueta con aspersores nuevos y usados*



Figura 39. *Repuestos nuevos de los aspersores*

Después del cambio de aspersores en las cámaras de rasqueta del sistema de entintado se logró bajar el tiempo de lavado de 15.7 minutos a menos de 10 minutos lo cual nos ayuda a mejorar el tiempo de cambio.

En la tabla 34 se muestran las situaciones para cada cambio de formato y los tiempos medidos mediante la implementación de la metodología SMED.

Tabla 34. *Tiempos de Cambios Medidos por número de colores*

TABLA DE TIEMPOS EXTRAIDOS DESPUES DE LAS MEDICIONES		
Nº COLORE A INGRESAR	Nº COLORES SALIENTES	TIEMPO EN MINUTOS
4 COLORES	4 COLORES	17.75
4 COLORES	3 COLORES	13.57
4 COLORES	2 COLORES	9.65
4 COLORES	1 COLORES	6.79
3 COLORES	4 COLORES	11.05
3 COLORES	3 COLORES	8.63
3 COLORES	2 COLORES	7.21
3 COLORES	1 COLORES	6.64
2 COLORES	4 COLORES	9.05
2 COLORES	3 COLORES	7.63
2 COLORES	2 COLORES	6.25
2 COLORES	1 COLORES	6.24
1 COLORES	4 COLORES	8.05
1 COLORES	3 COLORES	6.04
1 COLORES	2 COLORES	6.04
1 COLORES	1 COLORES	6.04

Fuente: Elaboración propia

La técnica SMED busca reducir los cambios de formato a menos de 10 minutos, es por ello la necesidad de reducir el tiempo de cambio en la actividad de lavado del sistema de entintado, además de trabajar de la mano con el área de planificación para priorizar en alinear por pedidos por tipo de color, mismo material, además de alinear los cambios de formatos que sean favorables y siempre después de 4 colores alinear 3 o 2 colores para poder convertir el lavado de modulo que no están en uso en actividades externas y no impactar el tiempo setup.

3.5.4.3. 2° Fase: Convertir la preparación interna en externa.

Villaseñor y Galindo (2012, p. 62). Precisa la necesidad de estudiar las operaciones de un proceso, para no considerar erróneamente alguna actividad externa como interna con el único objetivo de reducir al mínimo el tiempo de parada que puede extender el Setup.

Se reduce las actividades internas a nueve tareas, haciendo de actividades internas en externas con la finalidad de reducir el tiempo de parada en la máquina.

Actividades Internas / Método Mejorado.		N°
Operario 1	Lanzamiento del pedido en la consola.	1
	Realizar el ajuste de los parámetros de la máquina.	2
Operario 2	Retirar los clises del pedido anterior.	3
	Colocar los clises del pedido a producir.	4
Ayudante 1	Sacar la tinta usada del sistema de entintado.	5
	Lavar el sistema de entintado.	6
	Colocar la tinta para el pedido a producir.	7
Ayudante 2	Colocar los paños en el introductor y regular compuertas de vacío.	8
	Limpieza del inyector de Goma.	9

Figura 40. *Actividades Internas / Método Mejorado*

Actividades Externas / Método Mejorado.		N°
Operario 1	Calibración del pedido (registro de colores)	1
	Revisar medidas de caja según FTP, raya de aristas.	2
	Revisar pegado de cajas .	3
	Revisar el armado de caja, sin reventamiento interior.	4
Operario 2	Revisar caja impresa vs NI.	5
	Cerrar el pedido finalizado (notificar en el sistema).	6
	Revisar tonalidad del color Vs cartilla GCMI o GCCP.	7
	Realizar el ajuste de la flejadora CEMA.	8
Ayudante 1	Medir Viscosidad y PH.	9
	Medir el calibre de la caja (parte impresa)	10
	Realizar BCT de la caja .	11
	Pesar caja impresa.	12
Ayudante 2	Ordenar los Valdés de tinta usados al anaquel.	13
	Pre alistar la tinta del siguiente pedido.	14
	lavar los clises usador y colgarlos en el anaquel.	15
	Pre alistar los clises del siguiente pedido.	16
	Pre alistar el N° lote para el siguiente pedido y colocarlo.	17
	Pre alistar los paños del siguiente pedido, (revisar medidas).	18

Figura 41. *Actividades Externas / Método Mejorado*

3.5.4.4. 3° Fase: Perfeccionar todos los aspectos de las operaciones de preparación.

Para Shigeo, (1990, pp. 55-56). Después de terminar con las dos primeras fases se prosigue a optimizar las operaciones principales que conforman la preparación, con capacitaciones y procedimientos estandarizadas.

Capacitaciones al personal sobre la técnica SMED y sus beneficios.

Se realizó capacitaciones al personal de la línea explicando los beneficios de la técnica SMED, como se realizará la implementación, cumplimiento de cada actividad encargada a cada colaborador, como realizar el pre alistamiento, además del cumplimiento en el plan de calidad para garantizar un producto que llene las expectativas de los clientes y reducir el desperdicio, la importancia de la capacitación en orientar y motivar a los colaboradores en el logro de los objetivos y reconocer la importancia de su labor diaria.



Figura 42. Capacitación del Personal sobre la Técnica SMED





Actividades Externas / Método Mejorado.		foto	Tiempo Máximo
Operario 1	Calibración del pedido (registro de colores); Revisar medidas de caja según FTP, raya de aristas; Revisar pegado de cajas; Revisar el armado de caja, sin reventamiento interior.		4 minutos.
Operario 2	Revisar caja impresa vs NI; Cerrar el pedido finalizado (notificar en el sistema); Revisar tonalidad del color Vs cartilla GCMI o GCCP; Realizar el ajuste de la flejadora CEMA.	 Revisar concordancia de los datos de la FTP y N/I.	5 minutos,
Ayudante 1	Medir Viscosidad y PH; Medir el calibre de la caja (parte impresa); Realizar BCT de la caja; Pesar caja impresa.		8 minutos.
Ayudante 2	Ordenar los Valdés de tinta usados al anaquel; Pre alistar la tinta del siguiente pedido; lavar los clises usador y colgarlos en el anaquel; Pre alistar los clises del siguiente pedido; Pre alistar el N° lote para el siguiente pedido y colocarlo; Pre alistar los paños del siguiente pedido, (revisar medidas).		12 minutos.

Figura 43. Actividades Externas / Tiempos Máximos por Actividades

Las actividades externas son aquellas que se realizan mientras la máquina está en funcionamiento y son de soporte para el cumplimiento del plan de calidad en el proceso.


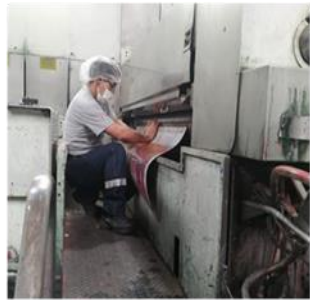


Actividades Internas / Método Mejorado		Foto	Tiempo Máximo
Operario 1	Lanzamiento del pedido en la consola y realizar el ajuste de los parámetros de la máquina, esta actividad es cuando ya existe un pedido creado, sino el operario debe crear una nueva caja según datos de FTP.		6 minutos.
Operario 2	Retirar los clisses del pedido anterior y colocar los clisses del pedido a producir, esta actividad será más compleja si los pedidos son de 4 colores, porque repetirá la labor 4 veces.		8 minutos.
Ayudante 1	Sacar la tinta usada del sistema de entintado, lavar el sistema de entintado y Colocar la tinta para el pedido a producir; esta actividad es muy compleja y demandara más tiempo cuando el cambio de color es drástico como de rojo o azul a blanco o crema.		18 minutos.
Ayudante 2	Colocar los paños en el introductor , regular compuertas de vacío y Limpieza del inyector de Goma; El que realiza esta labor será el encargado de pre alistar el siguiente pedido.		4 minutos.

Figura 44. *Actividades Internas / Tiempos Máximos por Actividades*

Las actividades internas son aquellas que se realizan cuando la máquina está detenida, estas actividades son las que el personal tiene que realizarlo en el menor tiempo posible, para la asignación de cada tarea se consideró la distancia de recorrido, medición de tiempos, destrezas del personal y capacitaciones para un mejor desempeño.





¿QUÉ TENER PRESENTE PARA EL PRE ALISTAMIENTO?		
PRE ALISTAR LA TINTA DEL SIGUIENTE PEDIDO.	Revisar que la tinta esté en máquina, sino es así solicitar por la radio al proveedor. Revisar que la tinta esté perfectamente rotulada y sin contaminar, medir la viscosidad y PH según lo especificado.	
PRE ALISTAR EL CLISSES DEL SIGUIENTE PEDIDO.	Revisar que los clisses no se encuentren sucios, picados, con el perfil dañado. Limpiar la cinta pegada en el clisses y colocar el número de lote según O/T.	 <p>Verificar que clissé esté conforme a N/I y sin picaduras.</p>
PRE ALISTAR EL N° DE LOTE DEL SIGUIENTE PEDIDO.	Revisar la O/T del siguiente pedido y pre alistar el número de lote en cinta nueva y con números limpios.	
PRE ALISTAR LOS PAÑOS DEL SIGUIENTE PEDIDO.	Revisar los paños del siguiente pedido que este la O/T completa, que no estén soplados, arqueados, ampollados, des laminados, etc. Medir los paños (ancho, largo, Medida de Flaps de acorde a la FTP.	 <p>Verificar el largo y ancho según FTP (+/- 1 mm) y calibre según E.T. +/- 0.2 mm.</p>

Figura 45. Actividades de Pre - Alistamiento

El pre alistamiento es crucial para la mejora de los tiempos de cambio, es decir, anticiparse con los materiales que se tiene que usar para el próximo pedido, imprimir FTP, pre alistar las tintas, clisses, paños, N° de lote, montaje de módulos que no están en usos según el programa del PC Topp alineado por el área de planificación.

En el proceso de implementación y mediciones de tiempos se encuentra que muchas de las alineaciones de pedidos no son idóneas lo cual nos impacta en el tiempo de cambio, por ende en reunión con el área de planificación y jefatura de producción se acuerda alinear los pedidos considerando los tipos de color y materiales iguales.

Turno de mañana

10:10

IMP7

Martin FFG 618

Velocidad objetivo

16000

Velocidad actual

0

Objetivo turno

90850

Producido turno

26795

D velocidad (pl/h)

8390 8896

Planchas producidas

16095 26795

Eficacia actual

118% 125%

OEE

55% 81% 68% 99%

Planificado

5710360566

GLORIA S.A

Planificado Bueno Desp.

31554:1 16090 5

Ctd. máx. Ctd. exces. Tol. sobrep.

33000 10%

Min. Qty. Missing Qty. Underrun Tol.

33000 -16910 10%

Grado Formato Cantidad

656E 390 x 1342 30000:1

Cant / palet Montaje Fin pedido

2400 08:11 12:59

General

Pedido

Paletización

Programa

Inf. turno

Personal

Calidad

Prec.

Pedido

Entr.

Cliché

Colores de tintas

Urgente, entrega 29/09 (F.Loo) amanece termi MT: viene de la 11,formato pequeño

5A 01:56 15710358271 24/09 HC58076 NEG BLA AMA ROJ GCM190 GCM113

18:01# 0'28 AJINOMOTO DEL PER. GCM175

5A 02:24 15710358270 24/09 HC64568 AZU ROJ AMA BLA GCCP349 GCM113

17:51# 0'36 AJINOMOTO DEL PER. GCM175 GCM191

3A 03:00 15710358414 24/09 HC123624 VER GCM2008

02:59- 1'22 AGROPECUARIA DEL...

2A 04:22 15710358444 26/09 HC75849 VER GCCP031

01:14- 0'36 B.BRAIN MEDICAL P...

3A 04:58 15710360566 26/09 HCH1503... ROJ NEG GCM175 GCM190

05:15- 3'12 GLORIA S.A. GCM190

2A 08:11 15710360566 26/09 HCH1503... ROJ NEG GCM175 GCM190

10:08- 3'50 GLORIA S.A.

2A 13:05 15710360575 26/09 HCH1503... AMA MAG AZU AZU GCCP024 GCCP025

11:30- 4'42 GLORIA S.A. GCCP023 GCM130

2A 17:50 15710360521 26/09 HCH1503... AMA MAG AZU AZU GCCP024 GCCP025

16:12- 4'05 GLORIA S.A. GCCP023 GCM130

2A 22:55 15710358415 26/09 HC106713 VER VER ROJ NEG GCCP309 GCM173

03:06- 1'17 EMP.DE CONSERVAS GCM124 GCM190

miércoles 30/09

2A 00:15 15710360047 26/09

14:24# 0'28 INVERSIONES PRISC...

2A 00:45 15710358462.1 26/09 HC128599 BLA NEG ROJ VER GCM191 GCM173

07:05# 0'45 MOLITALIA S.A. GCM129

5710358462# PRODUCIR 5500 PLAJEJO

3A 01:30 15710358417 25/09 HC129528 AZU GCCP322

26/09 0'41 OCEANO SEAFOOD S...

paños arqueados/obs. por calidad MT: paños muy arqueados

2A 03:15 15710362811 29/09 HC113431 VER ROJ NEG AMA GCM120 GCM190

1'47 ALICORP S.A.A. GCM175 GCM103

3A 05:05 15710362810 29/09 HC114960 VER ROJ ROJ NEG GCM120 GCM176

Pedido siguiente

Otro pedido

Mover

Figura 46. Programación Requerida en el PC-Topp por el Área de PCP.

En la figura 46 se muestra como se realiza la programación de pedidos desde el programa PC Topp teniendo en consideración los tipos de color y material, en los anexos se muestra más figuras para dar a conocer como es el funcionamiento, manejo de datos, captura de tiempos perdidos, rendimiento, control de desperdicio, etcétera.

3.5.5 DATOS POST – TEST.

Para la etapa post se considera el primer turno de 12 horas diarias, debido a que la empresa ajusto sus horarios de trabajo respetando el estado de emergencia dispuesto por el Covid 19.

Tabla 35. Criterios de Exclusión Etapa Post – Test

IMPRESA 7			IMPRESA 18			IMPRESA 10		
DOMINGOS	FERIADOS	MANTENIMIENTOS	DOMINGOS	FERIADOS	MANTENIMIENTOS	DOMINGOS	FERIADOS	MANTENIMIENTOS
5/07/2020	28/07/2020		5/07/2020	28/07/2020		5/07/2020	28/07/2020	2/07/2020
12/07/2020		8/07/2020	12/07/2020		14/07/2020	12/07/2020		16/07/2020
19/07/2020		22/07/2020	19/07/2020		28/07/2020	19/07/2020		30/07/2020
26/07/2020			26/07/2020			26/07/2020		
2/08/2020		5/08/2020	2/08/2020			2/08/2020		
9/08/2020		19/08/2020	9/08/2020		11/08/2020	9/08/2020		13/08/2020
16/08/2020		31/08/2020	16/08/2020		25/08/2020	16/08/2020		27/08/2020
23/08/2020			23/08/2020			23/08/2020		
30/08/2020	30/08/2020		30/08/2020	30/08/2020		30/08/2020	30/08/2020	
6/09/2020		16/09/2020	6/09/2020		8/09/2020	6/09/2020		10/09/2020
13/09/2020		30/09/2020	13/09/2020		22/09/2020	13/09/2020		24/09/2020
20/09/2020			20/09/2020			20/09/2020		
27/09/2020			27/09/2020			27/09/2020		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. *Días Tomados para la Data Post – Test (julio, agosto, setiembre 2020)*

TOMA DE DATOS PARA LA ETAPA POST (JULIO - SETIEMBRE 2020)												
N°	IMPRENTA MARTÍN 618				IMPRENTA BOBST 618				IMPRENTA MARTÍN 616			
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	HORAS	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	HORAS	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	HORAS
1	3/07/2020	1/08/2020	1/09/2020	12	1/07/2020	3/08/2020	1/09/2020	12	1/07/2020	1/08/2020	1/09/2020	12
2	4/07/2020	3/08/2020	2/09/2020	12	2/07/2020	4/08/2020	2/09/2020	12	3/07/2020	3/08/2020	2/09/2020	12
3	9/07/2020	4/08/2020	4/09/2020	12	3/07/2020	5/08/2020	3/09/2020	12	4/07/2020	4/08/2020	3/09/2020	12
4	10/07/2020	5/08/2020	5/09/2020	12	4/07/2020	6/08/2020	4/09/2020	12	6/07/2020	5/08/2020	4/09/2020	12
5	11/07/2020	6/08/2020	9/09/2020	12	6/07/2020	10/08/2020	7/09/2020	12	7/07/2020	6/08/2020	7/09/2020	12
6	13/07/2020	10/08/2020	10/09/2020	12	7/07/2020	12/08/2020	9/09/2020	12	8/07/2020	10/08/2020	8/09/2020	12
7	14/07/2020	11/08/2020	11/09/2020	12	8/07/2020	13/08/2020	10/09/2020	12	9/07/2020	11/08/2020	9/09/2020	12
8	15/07/2020	14/08/2020	12/09/2020	12	9/07/2020	14/08/2020	11/09/2020	12	10/07/2020	12/08/2020	11/09/2020	12
9	16/07/2020	15/08/2020	14/09/2020	12	13/07/2020	17/08/2020	14/09/2020	12	13/07/2020	14/08/2020	14/09/2020	12
10	20/07/2020	20/08/2020	15/09/2020	12	15/07/2020	18/08/2020	15/09/2020	12	14/07/2020	17/08/2020	15/09/2020	12
11	21/07/2020	21/08/2020	16/09/2020	12	16/07/2020	19/08/2020	16/09/2020	12	15/07/2020	18/08/2020	16/09/2020	12
12	24/07/2020	22/08/2020	17/09/2020	12	17/07/2020	20/08/2020	17/09/2020	12	20/07/2020	19/08/2020	17/09/2020	12
13	25/07/2020	24/08/2020	18/09/2020	12	21/07/2020	24/08/2020	21/09/2020	12	21/07/2020	20/08/2020	21/09/2020	12
14	29/07/2020	25/08/2020	21/09/2020	12	22/07/2020	26/08/2020	23/09/2020	12	22/07/2020	24/08/2020	22/09/2020	12
15	30/07/2020	26/08/2020	22/09/2020	12	23/07/2020	27/08/2020	24/09/2020	12	23/07/2020	25/08/2020	23/09/2020	12
16	31/07/2020	27/08/2020	25/09/2020	12	27/07/2020	28/08/2020	25/09/2020	12	31/07/2020	26/08/2020	25/09/2020	12

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.1 DATOS POST-TEST (GRUPO EXPERIMENTAL IMPRENTA MARTÍN 618).

ANÁLISIS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE IMPRENTA MARTÍN 618.

Tabla 37. *Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 618 (Post – Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	JULIO															
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.93	2.1	1.5	2.4	1.7	1.8	1.5	1.9	1.7	1.8	2.1	2.4	2.6	1.8	1.7	2.4	1.4
MINI PAROS	3.43	2.1	3.8	4.1	3.6	3.2	3.6	4.5	2.3	4.1	4.1	4.3	3.7	2	2.9	3.1	3.5
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	10	11	7	11	8	9	8	10	10	9	11	12	12	8	8	12	7
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	6.64	7.8	6.7	5.5	6.7	7	6.9	5.6	8	6.1	5.8	5.3	5.7	8.2	7.4	6.5	7.1

The diagram illustrates the relationship between the average change time and the available time for three lots (A, B, and C). At the top, a box states 'PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 1.93 HORAS'. Below this, a horizontal bar represents the timeline for Lot A, Lot B, and Lot C. At the bottom, a box states 'PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 6.64 HORAS'. Arrows indicate that the average change time is applied to the total time for each lot, and the available time is the total time minus the change time.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. *Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 618 (Post – Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	AGOSTO															
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.46	1.5	1.7	1.8	2.5	1	2.1	0.9	1.3	0.6	1.7	1.7	0.9	1.6	1.1	1.5	1.5
MINI PAROS	3.54	3.6	3.6	4.5	3.8	3.4	3.6	2.6	2.9	2.1	6	3.3	3.2	3	3.8	3.7	3.6
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	8	10	9	11	14	6	11	5	7	5	11	9	6	8	7	8	8
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	7.00	6.9	6.8	5.7	5.7	7.6	6.3	8.5	7.8	9.3	4.3	7	7.9	7.4	7.1	6.8	6.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. *Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 618 (Post – Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	SETIEMBRE															
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	1.64	2.1	1	2	1.3	0.7	2	1.5	0.8	1.4	2	2.9	1.1	2.2	2.3	1	1.9
MINI PAROS	3.91	3.5	3.4	4.8	5.5	3.6	2.8	5.2	3.6	3.8	3.3	4.6	3.3	3.9	3.7	3.9	3.6
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	11	14	6	13	9	5	17	9	5	10	14	18	8	16	17	6	11
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	6.40	6.4	7.6	5.3	5.2	7.7	7.2	5.3	7.6	6.8	6.7	4.5	7.6	5.9	6	7.1	5.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. *Data Post – Test Imprenta Martín 618 (Variable Independiente)*

INDICADORES	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	PROMEDIO GENERAL
% TIEMPO DE CAMBIO	16.08%	12.17%	13.67%	13.97%
% TIEMPO DISPONIBLE	55.33%	58.33%	53.33%	55.67%
% MINIPAROS	28.58%	29.50%	32.58%	30.22%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 se muestra el promedio general de los indicadores de la variable independiente del grupo experimental, en la que se puede constatar que el tiempo de cambio se redujo luego de aplicar el SMED.

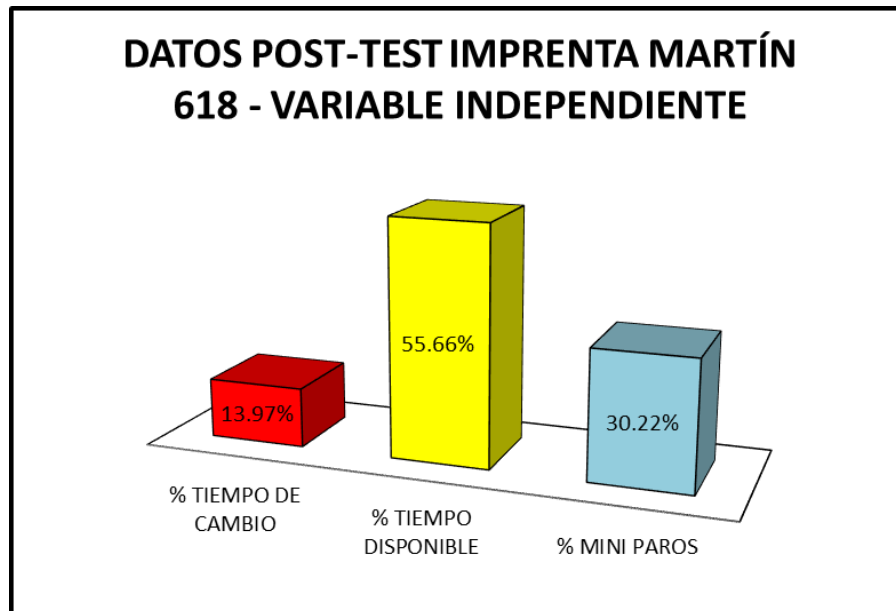


Figura 47. *Datos Post - Test Imprenta Martín 618 Variable Independiente*

En la figura 47, se detalla en porcentajes la mejora en cuanto al tiempo de cambio y el tiempo disponible de la imprenta Martín 618, demostrando resultados favorables en la investigación de la implementación del SMED en la máquina.

A continuación se mostrarán los análisis de la variable dependiente de la imprenta Martín 618.

Tabla 41. Data Productividad Julio Imprenta Martín 618 (Post – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
J U L I O	DÍA 1	11	12	79000	110593	7.8	65.00%	139.99%	90.99%
	DÍA 2	7	12	79000	86354	6.7	55.83%	109.31%	61.03%
	DÍA 3	11	12	79000	66185	5.5	45.83%	83.78%	38.40%
	DÍA 4	8	12	79000	84381	6.7	55.83%	106.81%	59.64%
	DÍA 5	9	12	79000	100016	7.0	58.33%	126.60%	73.85%
	DÍA 6	8	12	79000	85505	6.9	57.50%	108.23%	62.23%
	DÍA 7	10	12	79000	58667	5.6	46.67%	74.26%	34.66%
	DÍA 8	10	12	79000	78038	8.0	66.67%	98.78%	65.85%
	DÍA 9	9	12	79000	89704	6.1	50.83%	113.55%	57.72%
	DÍA 10	11	12	79000	70281	5.8	48.33%	88.96%	43.00%
	DÍA 11	12	12	79000	68900	5.3	44.17%	87.22%	38.52%
	DÍA 12	12	12	79000	49614	5.7	47.50%	62.80%	29.83%
	DÍA 13	8	12	79000	103596	8.2	68.33%	131.13%	89.61%
	DÍA 14	8	12	79000	100347	7.4	61.67%	127.02%	78.33%
	DÍA 15	12	12	79000	91625	6.5	54.17%	115.98%	62.82%
	DÍA 16	7	12	79000	121235	7.1	59.17%	153.46%	90.80%
	TOTAL	153	192	1264000	1365041	106.3	55.36%	107.99%	59.79%

Fuente: Elaboración propia

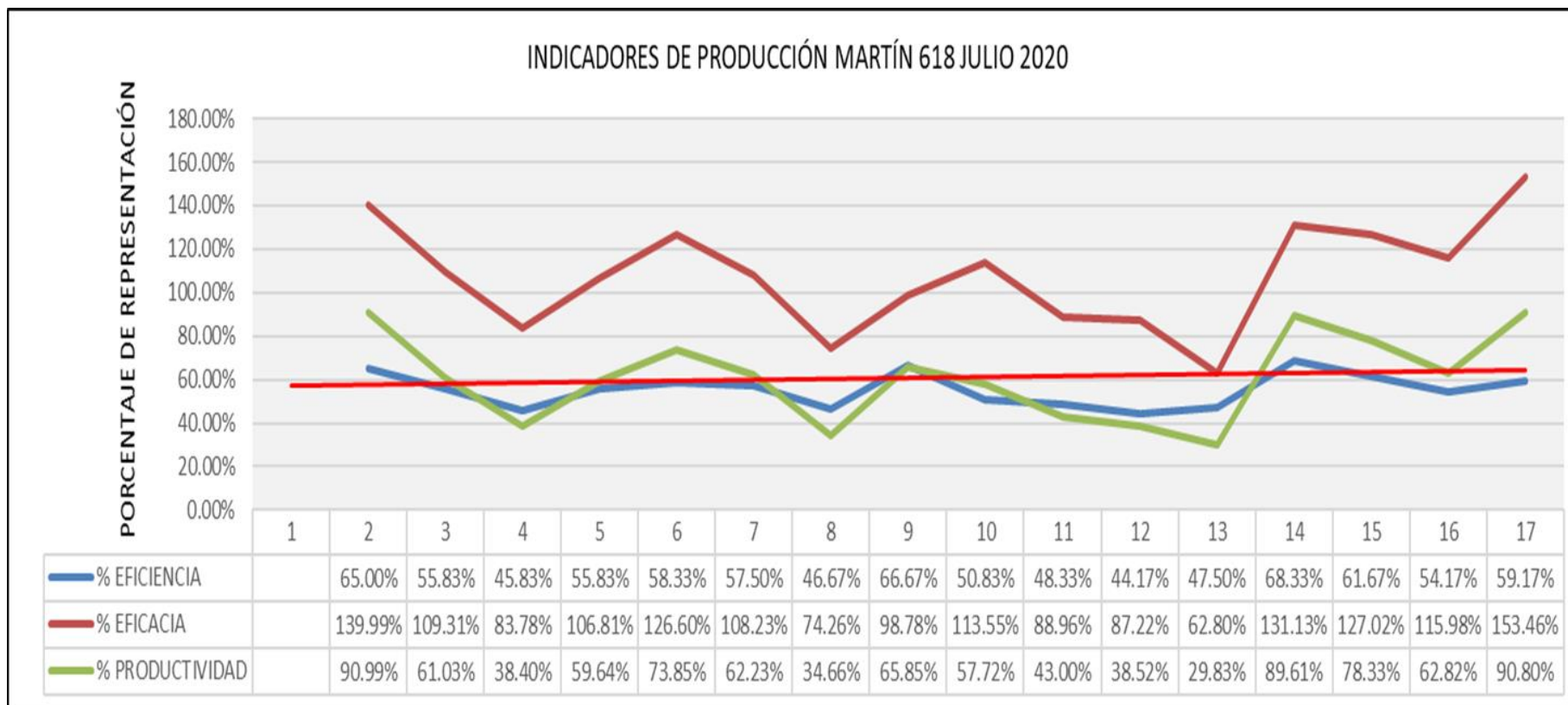


Figura 48. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 618 Post – Test 2020

En la figura 48 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo experimental en el mes de Julio luego de la mejora, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 618.

Tabla 42. Data Productividad Agosto Imprenta Martín 618 (Post – Test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
A G O S T O	DÍA 1	10	12	79000	94575	6.9	57.50%	119.72%	68.84%
	DÍA 2	9	12	79000	87065	6.7	55.83%	110.21%	61.53%
	DÍA 3	11	12	79000	63257	5.7	47.50%	80.07%	38.03%
	DÍA 4	14	12	79000	83604	5.7	47.50%	105.83%	50.27%
	DÍA 5	6	12	79000	109450	7.6	63.33%	138.54%	87.74%
	DÍA 6	11	12	79000	83698	6.3	52.50%	105.95%	55.62%
	DÍA 7	5	12	79000	112296	8.5	70.83%	142.15%	100.69%
	DÍA 8	7	12	79000	77726	7.8	65.00%	98.39%	63.95%
	DÍA 9	5	12	79000	112745	9.3	77.50%	142.72%	110.60%
	DÍA 10	11	12	79000	62935	4.3	35.83%	79.66%	28.55%
	DÍA 11	9	12	79000	91525	7.0	58.33%	115.85%	67.58%
	DÍA 12	6	12	79000	96908	7.9	65.83%	122.67%	80.76%
	DÍA 13	8	12	79000	81417	7.4	61.67%	103.06%	63.55%
	DÍA 14	7	12	79000	82818	7.1	59.17%	104.83%	62.03%
	DÍA 15	8	12	79000	122723	6.8	56.67%	155.35%	88.03%
	DÍA 16	8	12	79000	90230	6.9	57.50%	114.22%	65.67%
	TOTAL	135	192	1264000	1452972	111.9	58.28%	114.95%	66.99%

Fuente: Elaboración propia

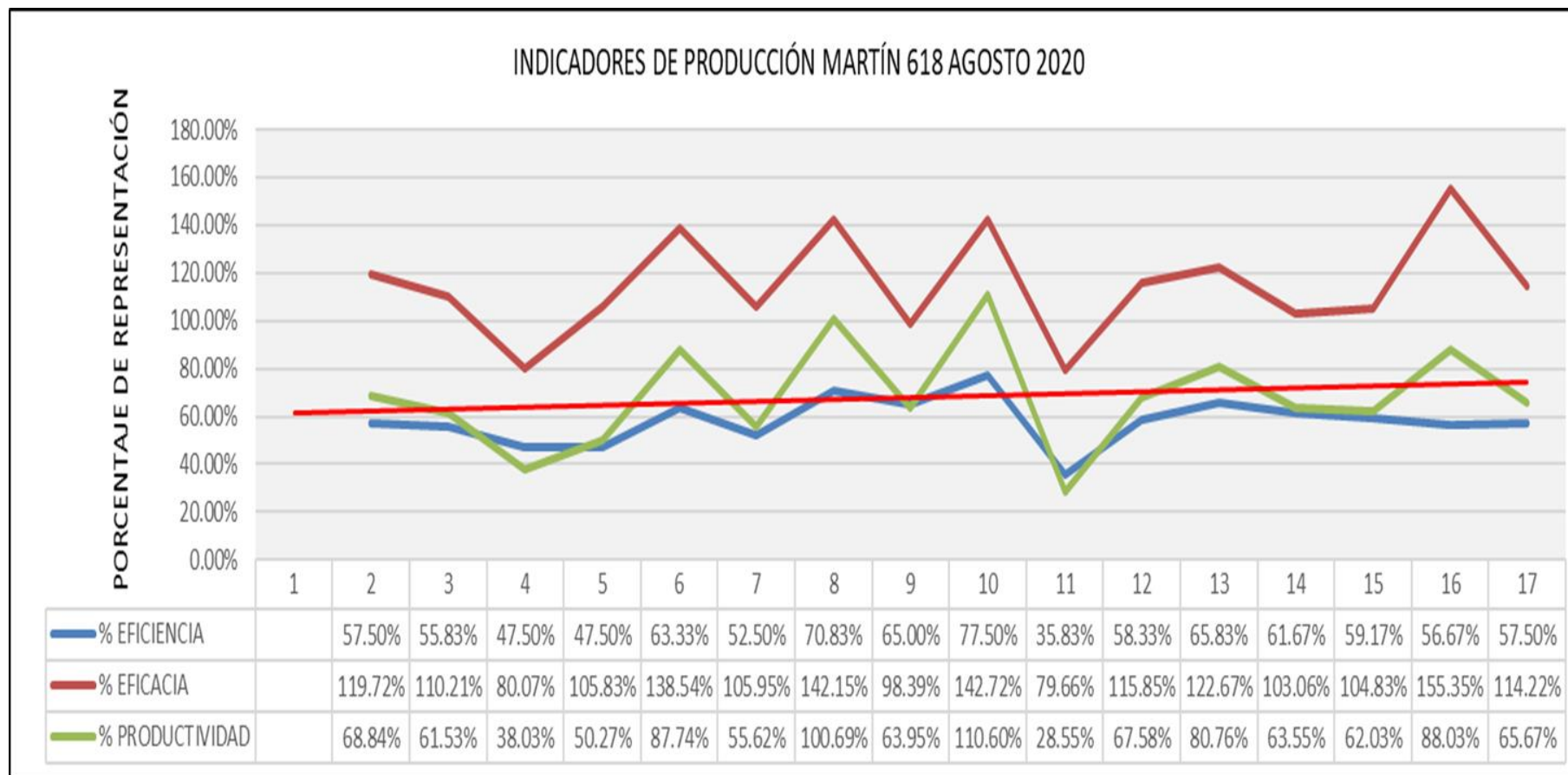


Figura 49. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 618 Post – Test 2020

En la figura 49 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo experimental en el mes de agosto luego de la mejora, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 618.

Tabla 43. Data Productividad Setiembre Imprenta Martín 618 (Post – Test)

S E T I E M B R E	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
	DÍA 1	14	12	79000	77677	6.4	53.33%	98.33%	52.44%
	DÍA 2	6	12	79000	91097	7.6	63.33%	115.31%	73.03%
	DÍA 3	13	12	79000	72197	5.3	44.17%	91.39%	40.36%
	DÍA 4	9	12	79000	64644	5.2	43.33%	81.83%	35.46%
	DÍA 5	5	12	79000	88149	7.7	64.17%	111.58%	71.60%
	DÍA 6	17	12	79000	98538	7.2	60.00%	124.73%	74.84%
	DÍA 7	9	12	79000	63896	5.3	44.17%	80.88%	35.72%
	DÍA 8	5	12	79000	87394	7.6	63.33%	110.63%	70.06%
	DÍA 9	10	12	79000	73775	6.8	56.67%	93.39%	52.92%
	DÍA 10	14	12	79000	73531	6.7	55.83%	93.08%	51.97%
	DÍA 11	18	12	79000	56734	4.5	37.50%	71.82%	26.93%
	DÍA 12	8	12	79000	96946	7.6	63.33%	122.72%	77.72%
	DÍA 13	16	12	79000	80250	5.9	49.17%	101.58%	49.94%
	DÍA 14	17	12	79000	81550	6.0	50.00%	103.23%	51.61%
	DÍA 15	6	12	79000	90870	7.1	59.08%	115.03%	67.96%
	DÍA 16	11	12	79000	61475	5.5	46.17%	77.82%	35.93%
	TOTAL	178	192	1264000	1258723	102.43	53.35%	99.58%	53.13%

Fuente: Elaboración propia

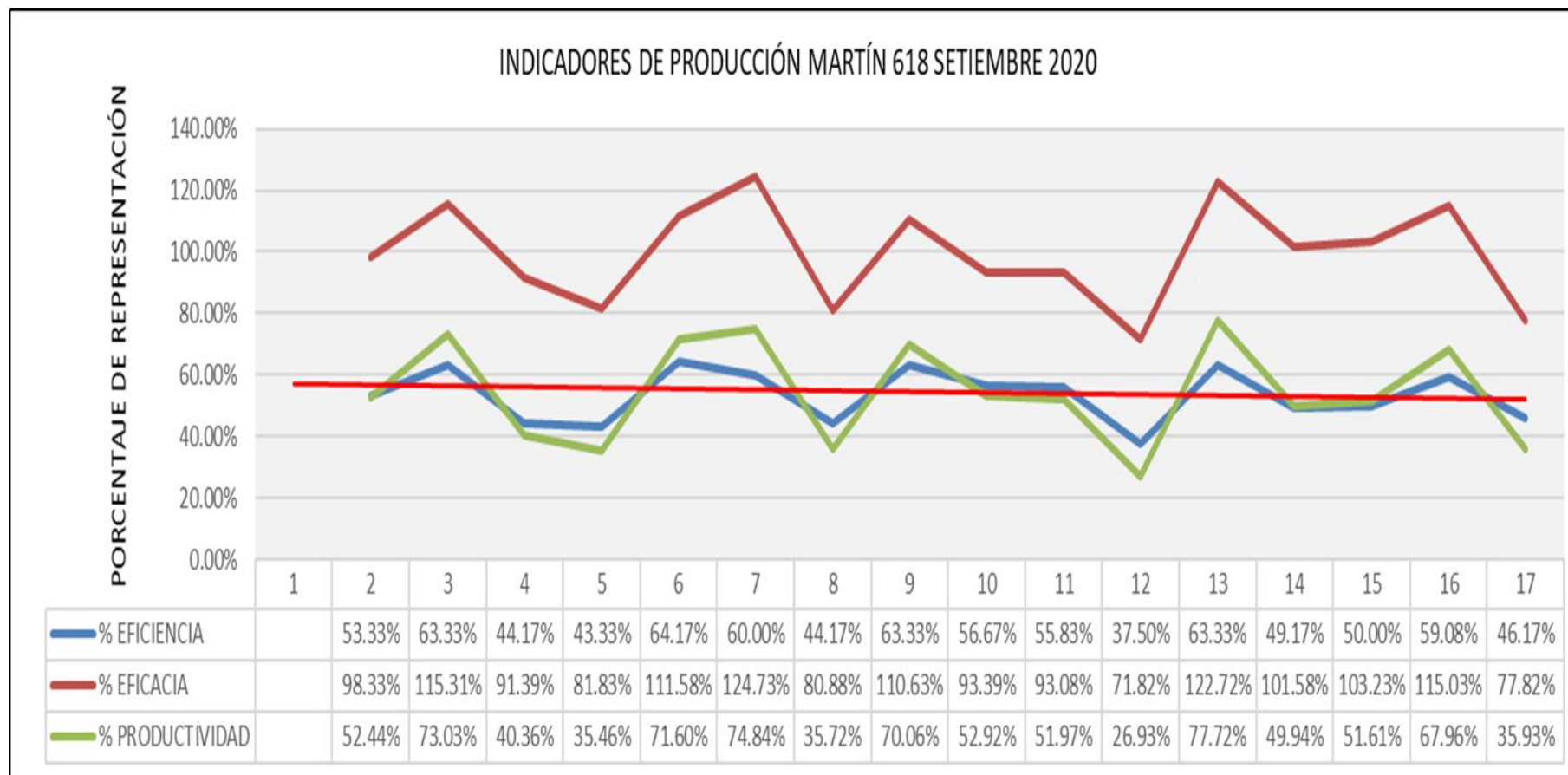


Figura 50. *Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Martín 618 Post – Test 2020*

En la figura 50 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo experimental en el mes de Setiembre luego de la mejora, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 618.

Tabla 44 . Resumen de Productividad Imprenta Martín 618 (Post – Test)

MES	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
	CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMAD	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
JULIO	153	192	1264000	1365041	106.3	55.36%	107.99%	59.79%
AGOSTO	135	192	1264000	1452972	111.9	58.28%	114.95%	66.99%
SETIEMBRE	178	192	1264000	1258723	102.43	53.35%	99.58%	53.13%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 44 se aprecia el resumen de productividad en la imprenta Martín 618 luego de la implementación del SMED, obteniéndose un incremento en la cantidad de OT y productividad en la máquina.

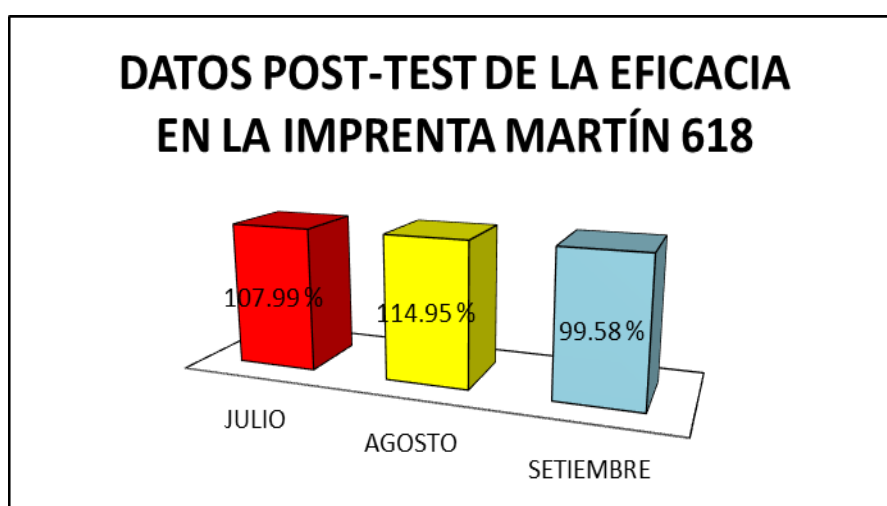


Figura 51. Datos Post - Test de la Eficiencia En la Imprenta Martín 618

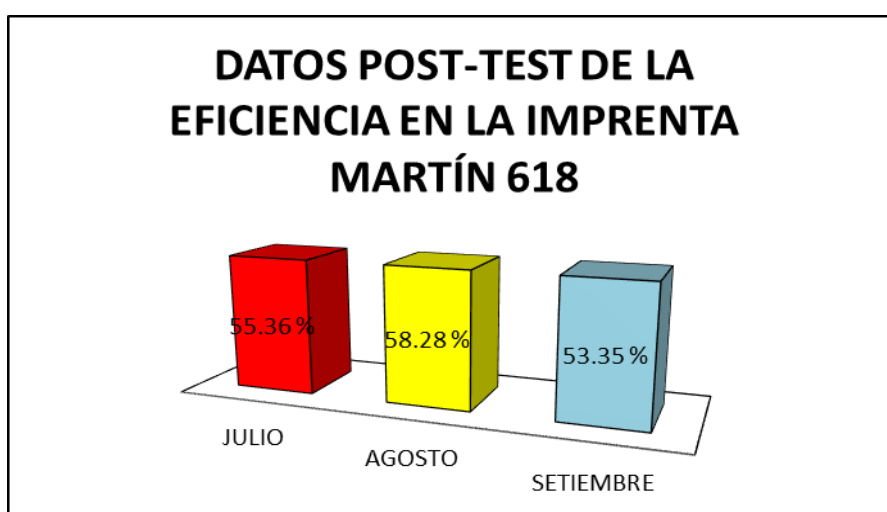


Figura 52. Datos Post - Test de la Eficiencia en la Imprenta Martín 618

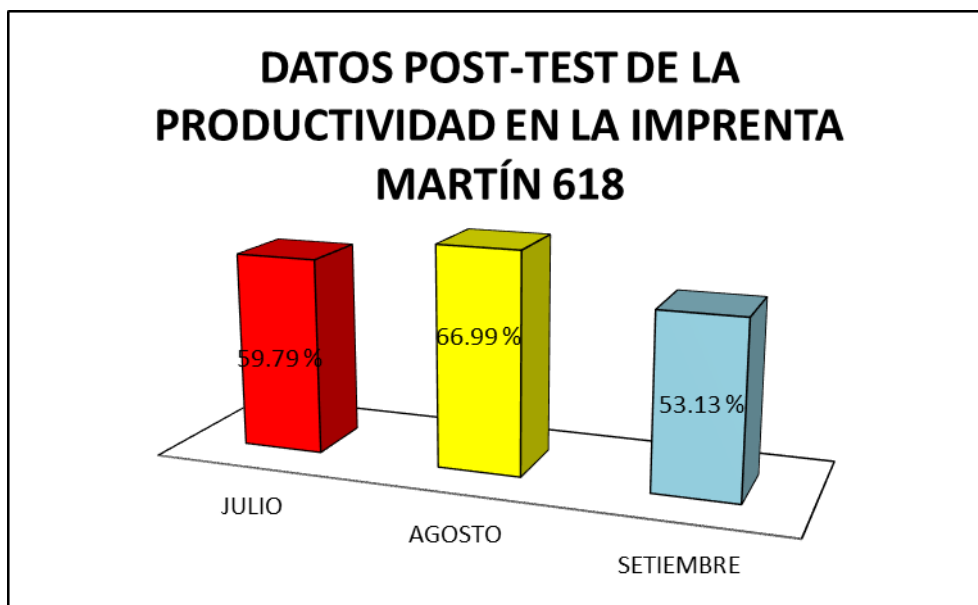


Figura 53. Datos Post - Test de la Productividad en la Imprenta Martín 618

3.5.5.2 DATOS POST-TEST (GRUPO DE CONTROL IMPRENTA MARTÍN 616).

En las siguientes tablas se detalla el tiempo de cambios de formato realizados en el grupo de control (Imprenta Martín 616), el cual está considerado 16 días en turnos de 12 horas.

Tabla 45. Tiempo de Cambio Julio Imprenta Martín 616 (Post – Test)

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	JULIO															
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	2.61	2.8	2.7	1.9	2.1	2.3	2.3	4.1	2.5	1.2	3.9	3.3	1.8	3	1.7	2.6	3.5
MINI PAROS	3.04	2.5	1.7	3.8	2.5	2.7	4.1	2.3	3	3.2	3.8	1.5	3.4	3	5.7	2.8	2.6
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	8	10	8	6	7	8	7	13	8	4	12	11	6	9	5	8	13
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	6.38	6.7	7.6	6.4	7.4	7	5.6	5.6	6.5	7.6	4.3	7.2	6.9	6	4.7	6.6	5.9

PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 2.61 HORAS

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 6.38 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. *Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Martín 616 (Post – Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	AGOSTO															
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	2.94	3.1	2.1	3.6	3.2	2.6	4.1	2.3	3	3.2	3.4	3.7	2.1	3.1	2.5	2.3	2.7
MINI PAROS	2.64	2.4	2.5	1.9	1.7	2.8	3.4	2.5	3.3	2.4	2.7	1.8	3.3	2.2	4.2	2.5	2.7
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	9	10	6	11	11	8	12	7	9	9	10	11	7	10	8	7	9
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	6.42	6.5	7.4	6.5	7.1	6.6	4.5	7.2	5.7	6.4	5.9	6.5	6.6	6.7	5.3	7.2	6.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. *Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Martín 616 (Post – Test)*

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	SETIEMBRE															
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	2.75	4.2	3.9	1.8	1.6	2.7	1.3	2.7	2.5	4.1	2.7	2.5	2.2	2.1	2.9	3	3.8
MINI PAROS	3.22	1.6	3.1	4.1	5.3	5.1	4.1	3.1	4	1.6	2.7	1.8	2.7	4.3	2.6	2.4	3
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	9	13	13	6	5	9	4	8	8	12	9	8	7	7	9	9	12
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	6.03	6.2	5	6.1	5.1	4.2	6.6	6.2	5.5	6.3	6.6	7.7	7.1	5.6	6.5	6.6	5.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. *Data Post – Test Imprenta Martín 616 (Variable Independiente)*

INDICADORES	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	PROMEDIO GENERAL
% TIEMPO DE CAMBIO	21.75%	24.50%	22.92%	23.06%
% TIEMPO DISPONIBLE	53.25%	53.50%	50.25%	52.33%
% MINIPAROS	25.00%	22.00%	26.83%	24.61%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 48 muestra el resumen de los indicadores de la variable independiente en el grupo de control Martín 616.

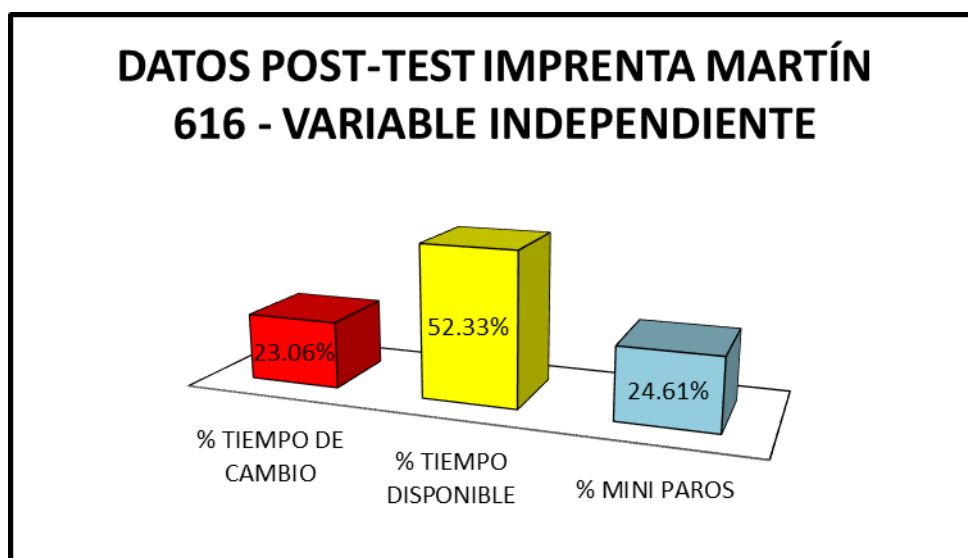


Figura 54. *Datos Post - Test de la Imprenta Martín 616 Variable Independiente*

Tabla 49. Data Productividad Julio Imprenta Martín 616 (Post - test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
J U L I O	DÍA 1	10	12	67000	98300	6.7	55.83%	146.72%	81.92%
	DÍA 2	8	12	67000	77025	7.6	63.33%	114.96%	72.81%
	DÍA 3	6	12	67000	70490	6.4	53.33%	105.21%	56.11%
	DÍA 4	7	12	67000	98925	7.4	61.67%	147.65%	91.05%
	DÍA 5	8	12	67000	96825	7.0	58.33%	144.51%	84.30%
	DÍA 6	7	12	67000	57550	5.6	46.67%	85.90%	40.08%
	DÍA 7	13	12	67000	53725	5.6	46.67%	80.19%	37.42%
	DÍA 8	8	12	67000	50150	6.5	54.17%	74.85%	40.54%
	DÍA 9	4	12	67000	56075	7.6	63.33%	83.69%	53.01%
	DÍA 10	12	12	67000	38150	4.3	35.83%	56.94%	20.40%
	DÍA 11	11	12	67000	39550	7.2	60.00%	59.03%	35.42%
	DÍA 12	6	12	67000	67950	6.9	57.50%	101.42%	58.32%
	DÍA 13	9	12	67000	55725	6.0	50.00%	83.17%	41.59%
	DÍA 14	5	12	67000	53525	4.7	39.17%	79.89%	31.29%
	DÍA 15	8	12	67000	78600	6.6	55.00%	117.31%	64.52%
	DÍA 16	13	12	67000	58403	5.9	49.17%	87.17%	42.86%
	TOTAL	135	192	1072000	1050968	102	53.13%	98.04%	52.08%

Fuente: Elaboración propia

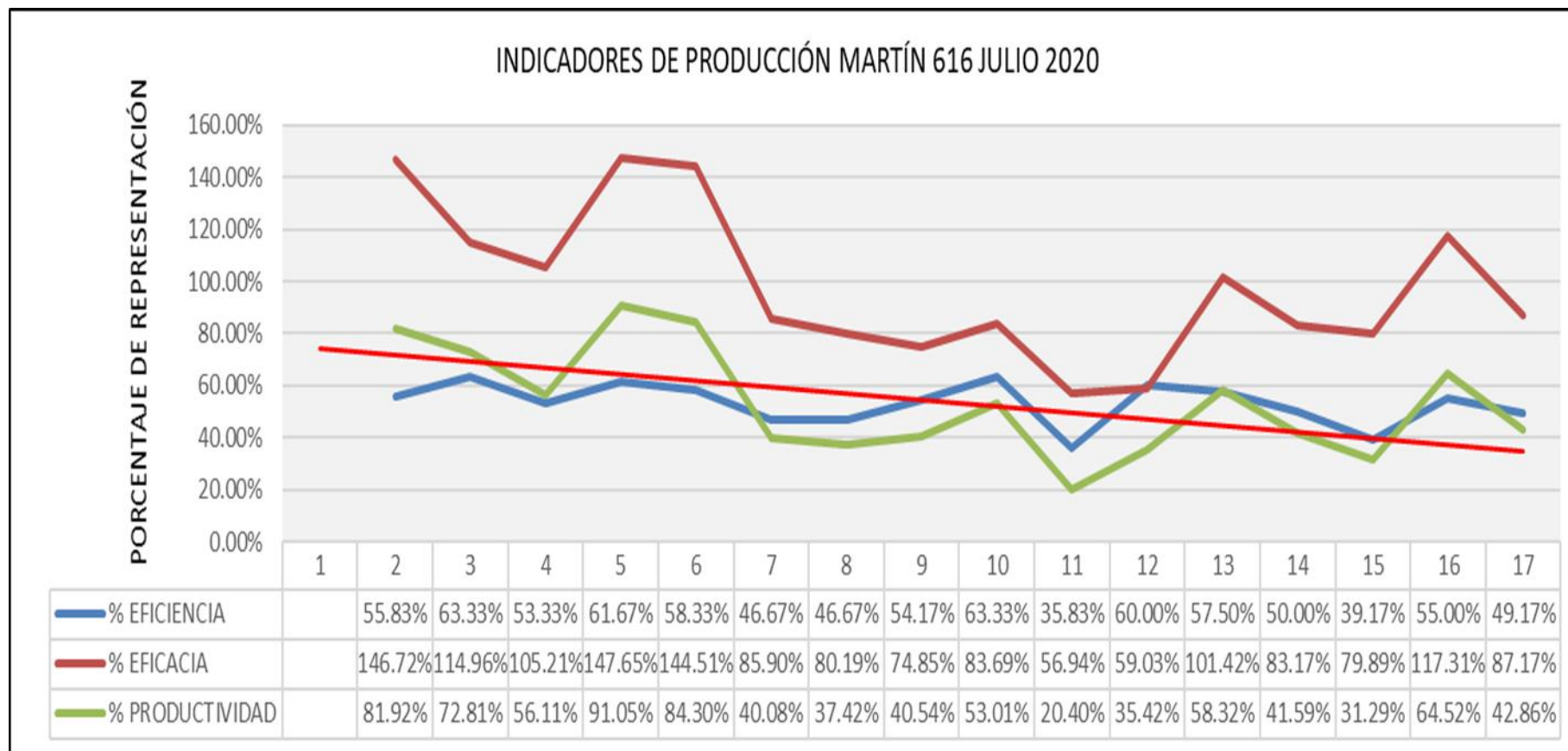


Figura 55. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Martín 616 Post – Test 2020

En la figura 55 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Julio, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 616.

Tabla 50. Data Productividad Agosto Imprenta Martín 616 (Post - test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
A G O S T O	DÍA 1	10	12	67000	60375	6.5	54.17%	90.11%	48.81%
	DÍA 2	6	12	67000	84900	7.4	61.67%	126.72%	78.14%
	DÍA 3	11	12	67000	68875	6.5	54.17%	102.80%	55.68%
	DÍA 4	11	12	67000	83250	7.1	59.17%	124.25%	73.52%
	DÍA 5	8	12	67000	68925	6.6	55.00%	102.87%	56.58%
	DÍA 6	12	12	67000	47950	4.5	37.50%	71.57%	26.84%
	DÍA 7	7	12	67000	78550	7.2	60.00%	117.24%	70.34%
	DÍA 8	9	12	67000	63930	5.7	47.50%	95.42%	45.32%
	DÍA 9	9	12	67000	49550	6.4	53.33%	73.96%	39.44%
	DÍA 10	10	12	67000	68275	5.9	49.17%	101.90%	50.10%
	DÍA 11	11	12	67000	67850	6.5	54.17%	101.27%	54.85%
	DÍA 12	7	12	67000	73375	6.6	55.00%	109.51%	60.23%
	DÍA 13	10	12	67000	76231	6.7	55.83%	113.78%	63.53%
	DÍA 14	8	12	67000	54650	5.3	44.17%	81.57%	36.03%
	DÍA 15	7	12	67000	69548	7.2	60.00%	103.80%	62.28%
	DÍA 16	9	12	67000	73995	6.6	55.00%	110.44%	60.74%
	TOTAL	145	192	1072000	1090229	102.7	53.49%	101.70%	54.40%

Fuente: Elaboración propia

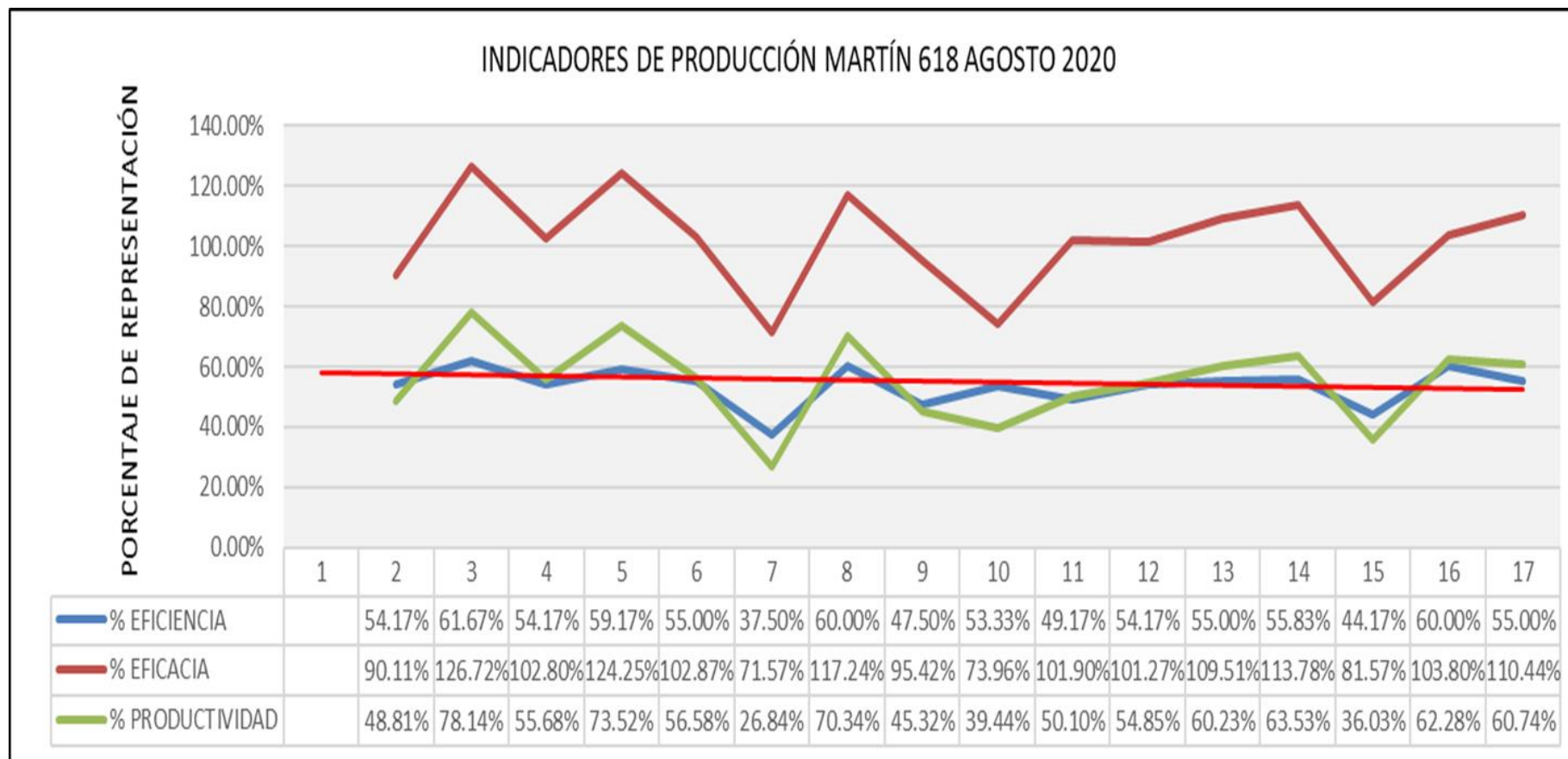


Figura 56. Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Martín 616 Post – Test 2020

En la figura 56 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de agosto luego, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 616.

Tabla 51. Data Productividad Setiembre Imprenta Martín 616 (Post - test)

S E T I E M B R E	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
	DÍA 1	13	12	67000	59675	6.2	51.67%	89.07%	46.02%
	DÍA 2	13	12	67000	55125	5.0	41.67%	82.28%	34.28%
	DÍA 3	6	12	67000	45000	6.1	50.83%	67.16%	34.14%
	DÍA 4	5	12	67000	28680	5.1	42.50%	42.81%	18.19%
	DÍA 5	9	12	67000	44075	4.2	35.00%	65.78%	23.02%
	DÍA 6	4	12	67000	51300	6.6	55.00%	76.57%	42.11%
	DÍA 7	8	12	67000	55850	6.2	51.67%	83.36%	43.07%
	DÍA 8	8	12	67000	47650	5.5	45.83%	71.12%	32.60%
	DÍA 9	12	12	67000	60500	6.3	52.50%	90.30%	47.41%
	DÍA 10	9	12	67000	61450	6.6	55.00%	91.72%	50.44%
	DÍA 11	8	12	67000	74450	7.7	64.17%	111.12%	71.30%
	DÍA 12	7	12	67000	70750	7.1	59.17%	105.60%	62.48%
	DÍA 13	7	12	67000	49825	5.6	46.67%	74.37%	34.70%
	DÍA 14	9	12	67000	44775	6.5	54.17%	66.83%	36.20%
	DÍA 15	9	12	67000	67275	6.6	55.00%	100.41%	55.23%
	DÍA 16	12	12	67000	47925	5.2	43.33%	71.53%	31.00%
	TOTAL	139	192	1072000	864305	96.5	50.26%	80.63%	40.52%

Fuente: Elaboración propia

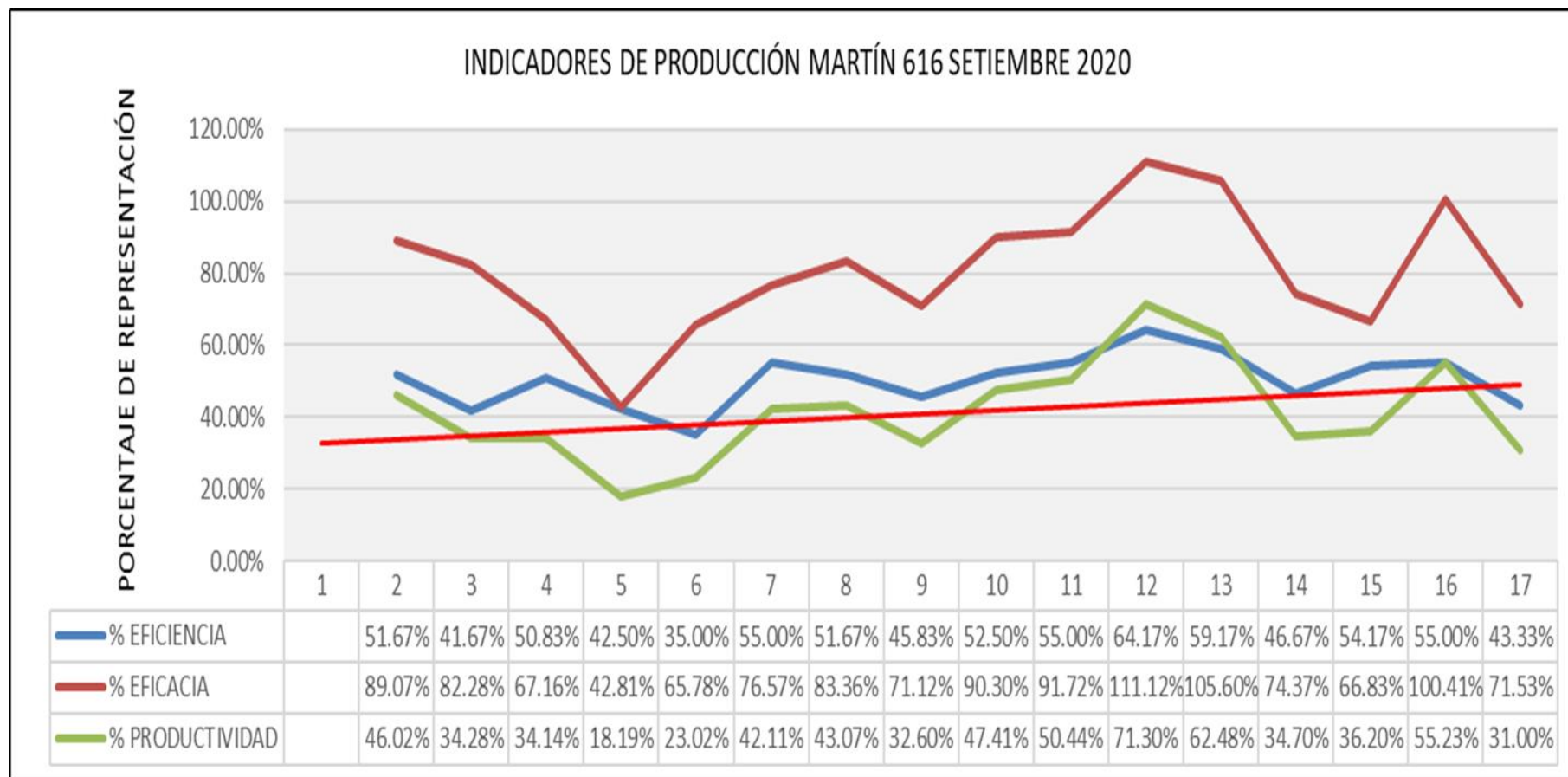


Figura 57. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Martín 616 Post – Test 2020

En la figura 57 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Setiembre, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Martín 616.

Tabla 52. Resumen de Productividad Imprenta Martín 616 (Post – Test)

MES	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
	CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMAD	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
JULIO	135	192	1072000	1050968	102	53.13%	98.04%	52.08%
AGOSTO	145	192	1072000	1090229	102.7	53.49%	101.70%	54.40%
SETIEMBRE	139	192	1072000	864305	96.5	50.26%	80.63%	40.52%

Fuente: Elaboración propia

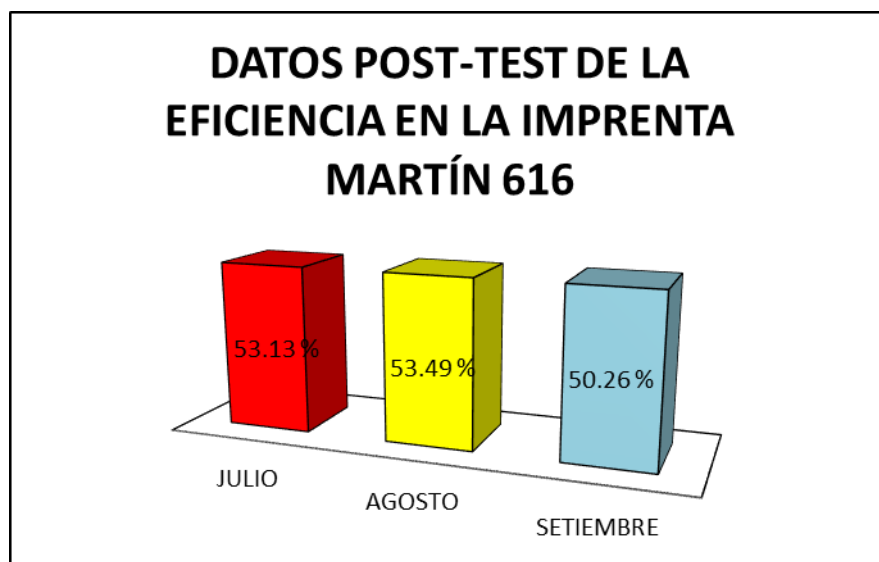


Figura 58. Datos Post - Test de la Eficacia en la Imprenta Martín 616

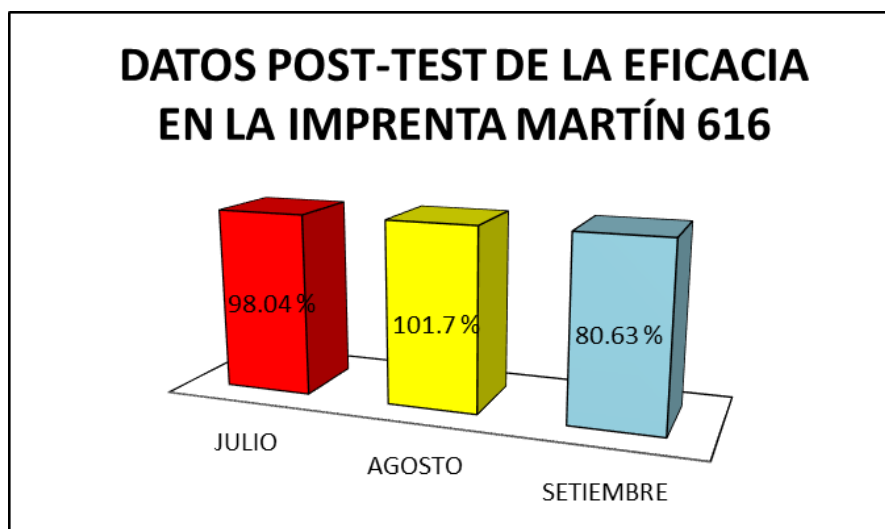


Figura 59. Datos post - Test de la Eficacia en la Imprenta Martín 616

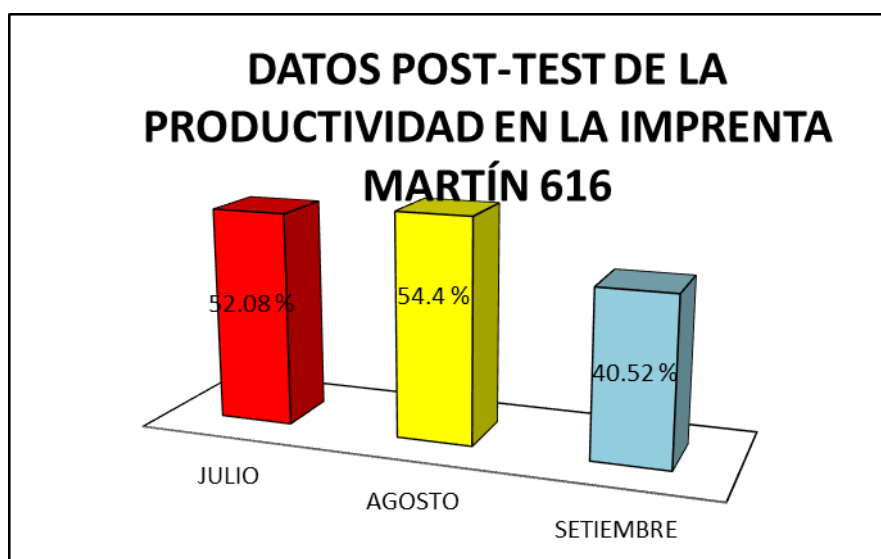


Figura 60. Datos Post test de la Productividad en la Imprenta Martín 616

3.5.5.3 DATOS POST – TEST (GRUPO DE CONTROL IMPRENTA BOBST 618).

En las siguientes tablas se detalla el tiempo de cambios de formato realizados en el grupo de control (Imprenta Bobst 618), el cual está considerado 16 días en turnos de 12 horas.

Tabla 53. Tiempo de Cambio Julio Imprenta Bobst 618 (Post- Test)

TOMA DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	JULIO															
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16
TOTAL DE TIEMPOS PROMEDIO (HORAS)	2.21	1	2.6	2.6	1.8	2.3	2.6	2.8	1.8	2	1.9	2.3	3.2	1.7	2.4	1.6	2.7
MINI PAROS	3.58	4.4	3.4	2.9	3.5	4	3.9	1.6	3.1	3.7	2.8	2.4	4.8	4.6	4.1	4	4.1
CANTIDAD DE OT REALIZADAS	10	6	13	12	9	9	10	15	9	11	8	10	14	7	9	7	11
TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	6.22	6.6	6	6.5	6.7	5.7	5.6	7.6	7.1	6.3	7.3	7.3	4	5.7	5.5	6.4	5.2

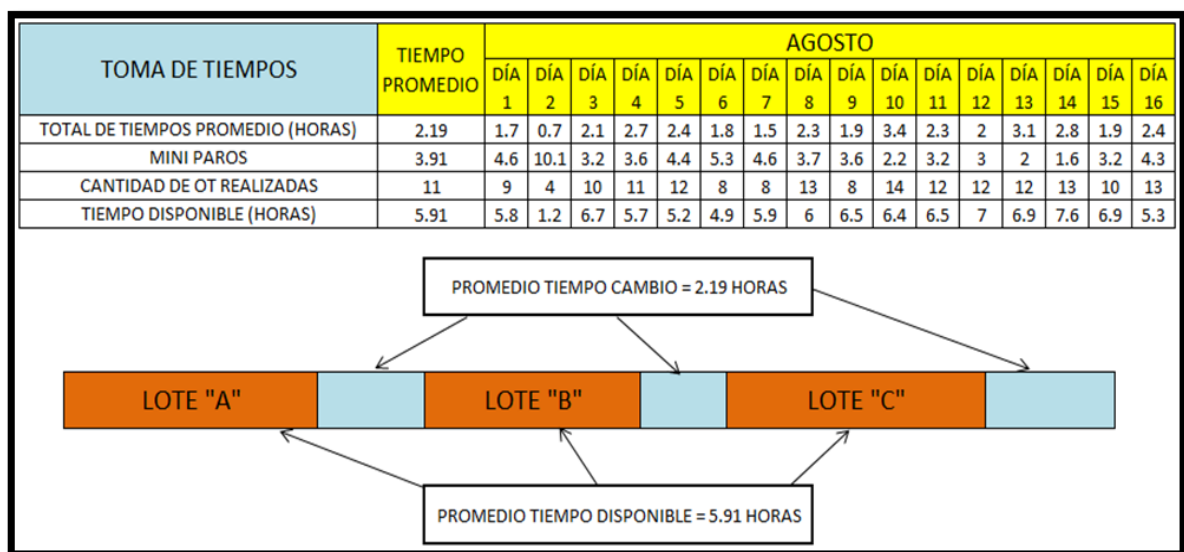
PROMEDIO TIEMPO CAMBIO = 2.21 HORAS

LOTE "A" LOTE "B" LOTE "C"

PROMEDIO TIEMPO DISPONIBLE = 6.22 HORAS

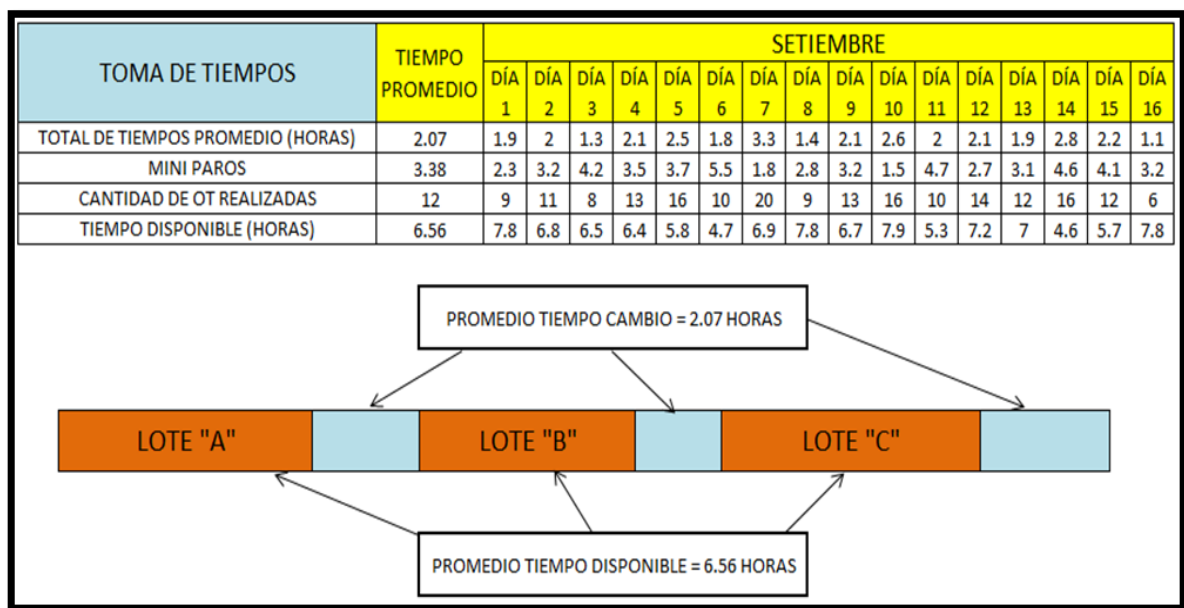
Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Tiempo de Cambio Agosto Imprenta Bobst 618 (Post- Test)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Tiempo de Cambio Setiembre Imprenta Bobst 618 (Post- Test)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. *Data Post – Test Imprenta Bobst 618 (Variable Independiente)*

INDICADORES	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	PROMEDIO GENERAL
% TIEMPO DE CAMBIO	18.42%	18.25%	17.25%	17.97%
% TIEMPO DISPONIBLE	51.83%	49.25%	54.67%	51.92%
% MINIPAROS	29.75%	32.50%	28.08%	30.11%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 56 muestra el resumen de los meses julio, agosto y setiembre del grupo de control luego de aplicar la mejora, mostrando beneficios para el proyecto.

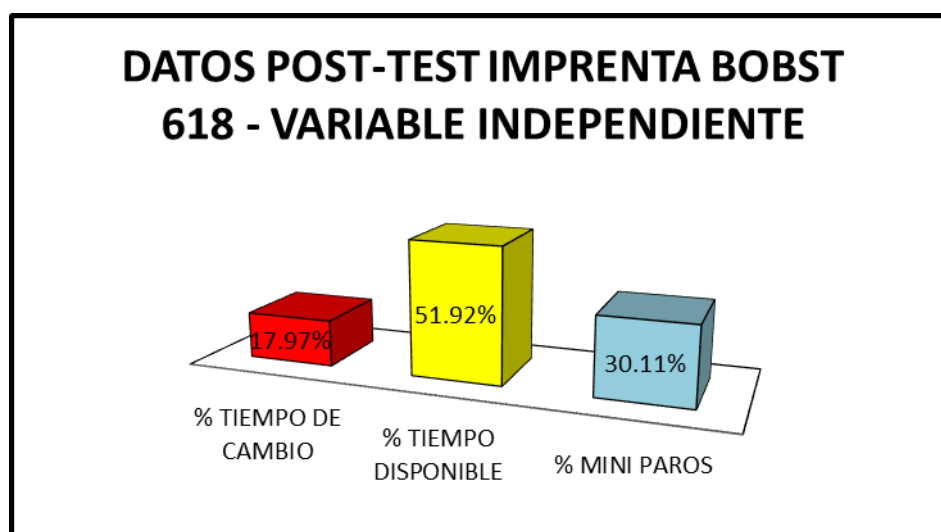


Figura 61. *Datos Post - Test Imprenta Bobst 618 Variable Independiente*

Tabla 57. Data Productividad Julio Imprenta Bobst 618 (Post - test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
J U L I O	DÍA 1	6	12	85500	97525	6.6	55.00%	114.06%	62.74%
	DÍA 2	13	12	85500	66180	6.0	50.00%	77.40%	38.70%
	DÍA 3	12	12	85500	62150	6.5	54.17%	72.69%	39.37%
	DÍA 4	9	12	85500	81025	6.7	55.83%	94.77%	52.91%
	DÍA 5	9	12	85500	74950	5.7	47.50%	87.66%	41.64%
	DÍA 6	10	12	85500	67478	5.6	46.67%	78.92%	36.83%
	DÍA 7	15	12	85500	104325	7.6	63.33%	122.02%	77.28%
	DÍA 8	9	12	85500	103200	7.1	59.17%	120.70%	71.42%
	DÍA 9	11	12	85500	91096	6.3	52.50%	106.55%	55.94%
	DÍA 10	8	12	85500	68724	7.3	60.83%	80.38%	48.90%
	DÍA 11	10	12	85500	82890	7.3	60.83%	96.95%	58.98%
	DÍA 12	14	12	85500	53890	4.0	33.33%	63.03%	21.01%
	DÍA 13	7	12	85500	78264	5.7	47.50%	91.54%	43.48%
	DÍA 14	9	12	85500	71075	5.5	45.83%	83.13%	38.10%
	DÍA 15	7	12	85500	82400	6.4	53.33%	96.37%	51.40%
	DÍA 16	11	12	85500	71380	5.2	43.33%	83.49%	36.18%
	TOTAL	160	192	1368000	1256552	99.5	51.82%	91.85%	47.60%

Fuente: Elaboración propia

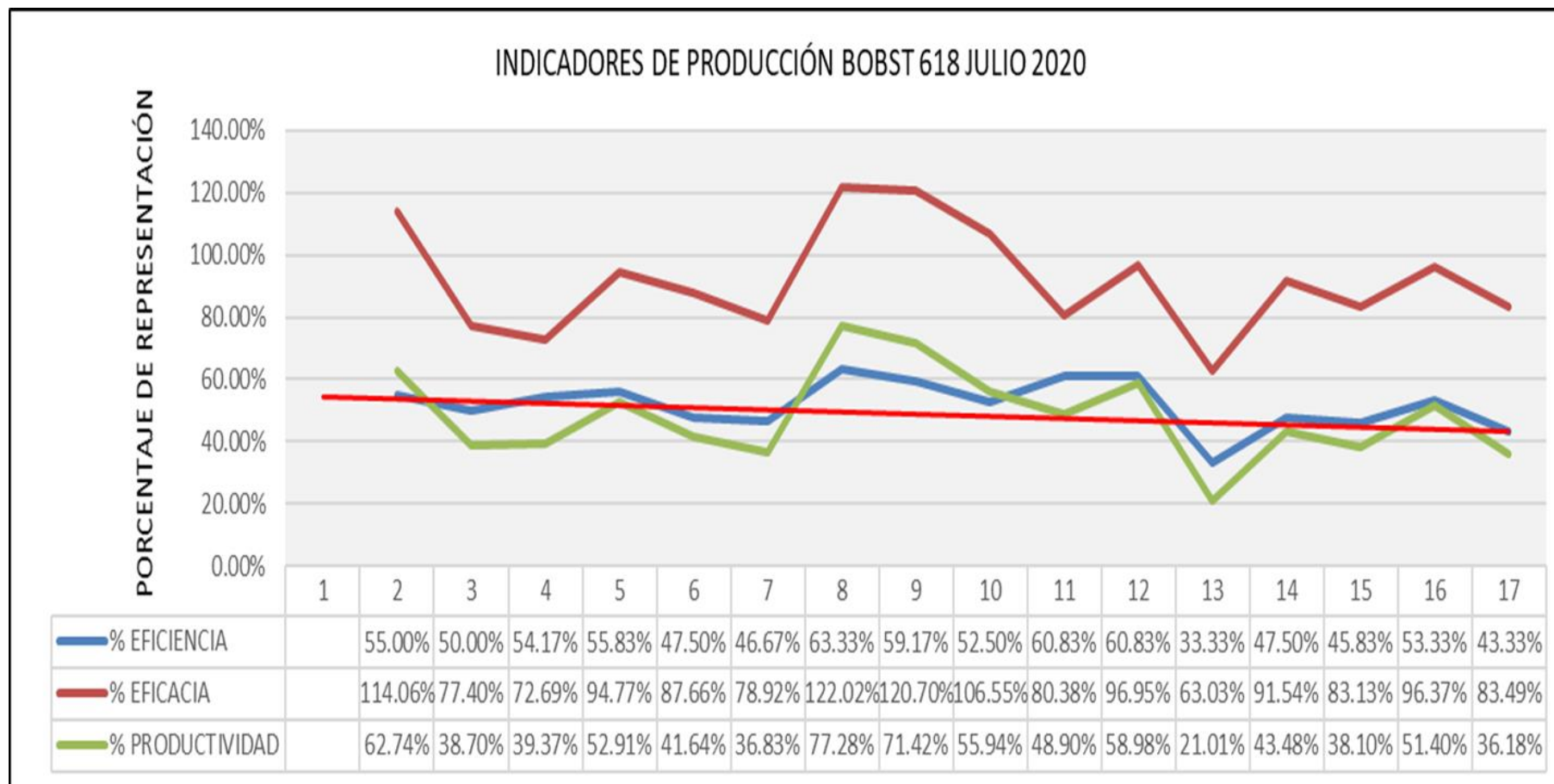


Figura 62. Gráfica de productividad del mes de julio para la Imprenta Bobst 618 Post – Test 2020

En la figura 62 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Julio, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Bobst 618.

Tabla 58. Data Productividad Agosto Imprenta Bobst 618 (Post - test)

	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
A G O S T O	DÍA 1	9	12	85500	76450	5.8	48.33%	89.42%	43.22%
	DÍA 2	4	12	85500	11328	1.2	10.00%	13.25%	1.32%
	DÍA 3	10	12	85500	84080	6.7	55.83%	98.34%	54.91%
	DÍA 4	11	12	85500	66325	5.7	47.50%	77.57%	36.85%
	DÍA 5	12	12	85500	50745	5.2	43.33%	59.35%	25.72%
	DÍA 6	8	12	85500	63545	4.9	40.83%	74.32%	30.35%
	DÍA 7	8	12	85500	92094	5.9	49.17%	107.71%	52.96%
	DÍA 8	13	12	85500	73783	6.0	50.00%	86.30%	43.15%
	DÍA 9	8	12	85500	78208	6.5	54.17%	91.47%	49.55%
	DÍA 10	14	12	85500	85380	6.4	53.33%	99.86%	53.26%
	DÍA 11	12	12	85500	97275	6.5	54.17%	113.77%	61.63%
	DÍA 12	12	12	85500	125795	7.0	58.33%	147.13%	85.83%
	DÍA 13	12	12	85500	119375	6.9	57.50%	139.62%	80.28%
	DÍA 14	13	12	85500	89180	7.6	63.33%	104.30%	66.06%
	DÍA 15	10	12	85500	76655	6.9	57.50%	89.65%	51.55%
	DÍA 16	13	12	85500	87460	5.3	44.17%	102.29%	45.18%
	TOTAL	169	192	1368000	1277678	94.5	49.22%	93.40%	45.97%

Fuente: Elaboración propia

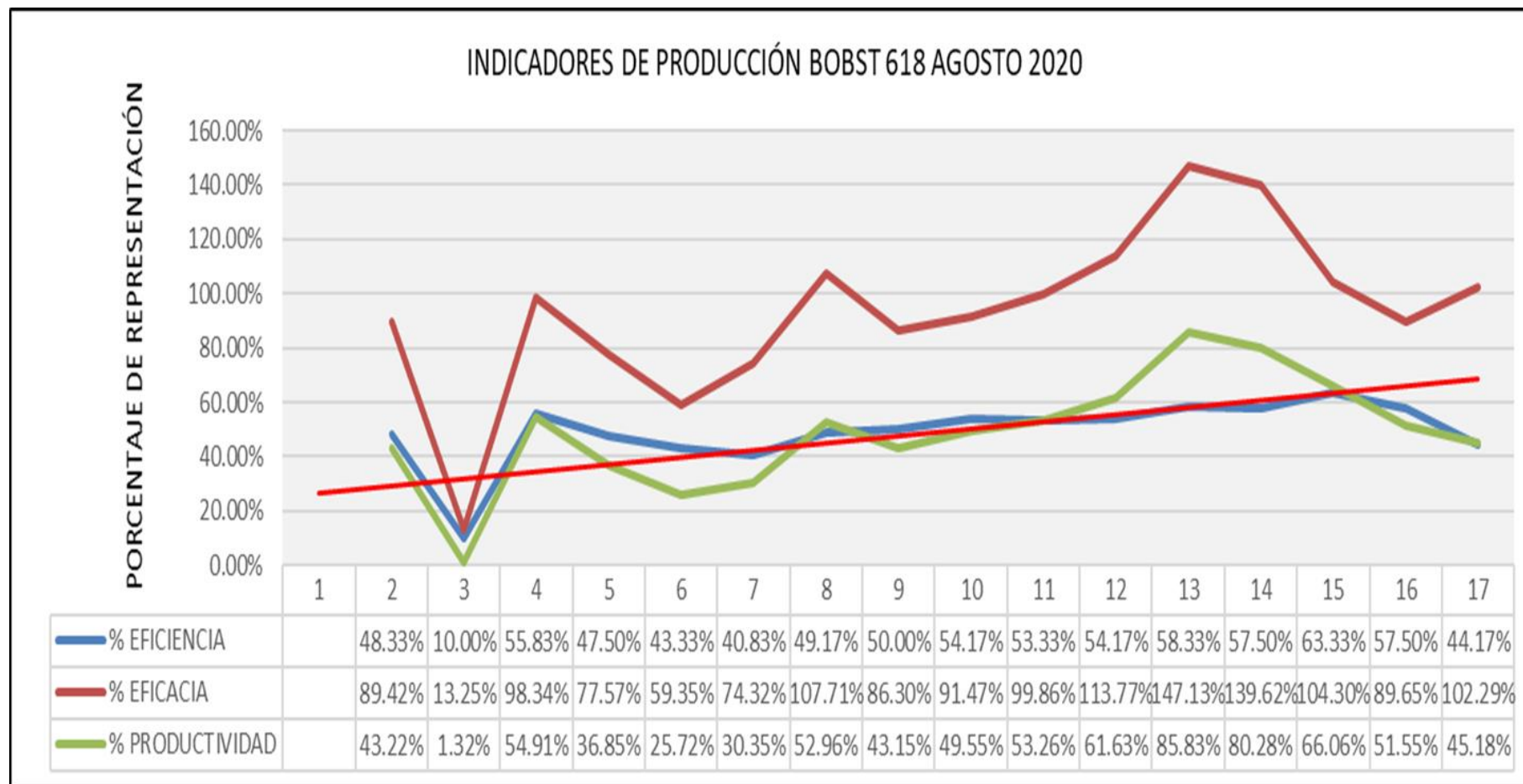


Figura 63. *Gráfica de productividad del mes de agosto para la Imprenta Bobst 618 Post – Test 2020*

En la figura 63 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de agosto, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Bobst 618.

Tabla 59. Data Productividad Setiembre Imprenta Bobst 618 (Post - test)

S E T I E M B R E	MUESTRA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
		CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
	DÍA 1	9	12	85500	91825	7.8	65.00%	107.40%	69.81%
	DÍA 2	11	12	85500	96931	6.8	56.67%	113.37%	64.24%
	DÍA 3	8	12	85500	102911	6.5	54.17%	120.36%	65.20%
	DÍA 4	13	12	85500	90950	6.4	53.33%	106.37%	56.73%
	DÍA 5	16	12	85500	79134	5.8	48.33%	92.55%	44.73%
	DÍA 6	10	12	85500	45375	4.7	39.17%	53.07%	20.79%
	DÍA 7	20	12	85500	104025	6.9	57.42%	121.67%	69.86%
	DÍA 8	9	12	85500	85800	7.8	65.00%	100.35%	65.23%
	DÍA 9	13	12	85500	76100	6.7	55.83%	89.01%	49.69%
	DÍA 10	16	12	85500	115200	7.9	65.83%	134.74%	88.70%
	DÍA 11	10	12	85500	55595	5.3	44.17%	65.02%	28.72%
	DÍA 12	14	12	85500	73636	7.2	60.00%	86.12%	51.67%
	DÍA 13	12	12	85500	72590	7.0	58.33%	84.90%	49.53%
	DÍA 14	16	12	85500	57865	4.6	38.33%	67.68%	25.94%
	DÍA 15	12	12	85500	74626	5.7	47.50%	87.28%	41.46%
	DÍA 16	6	12	85500	105175	7.8	65.00%	123.01%	79.96%
	TOTAL	195	192	1368000	1327738	104.89	54.63%	97.06%	53.02%

Fuente: Elaboración propia

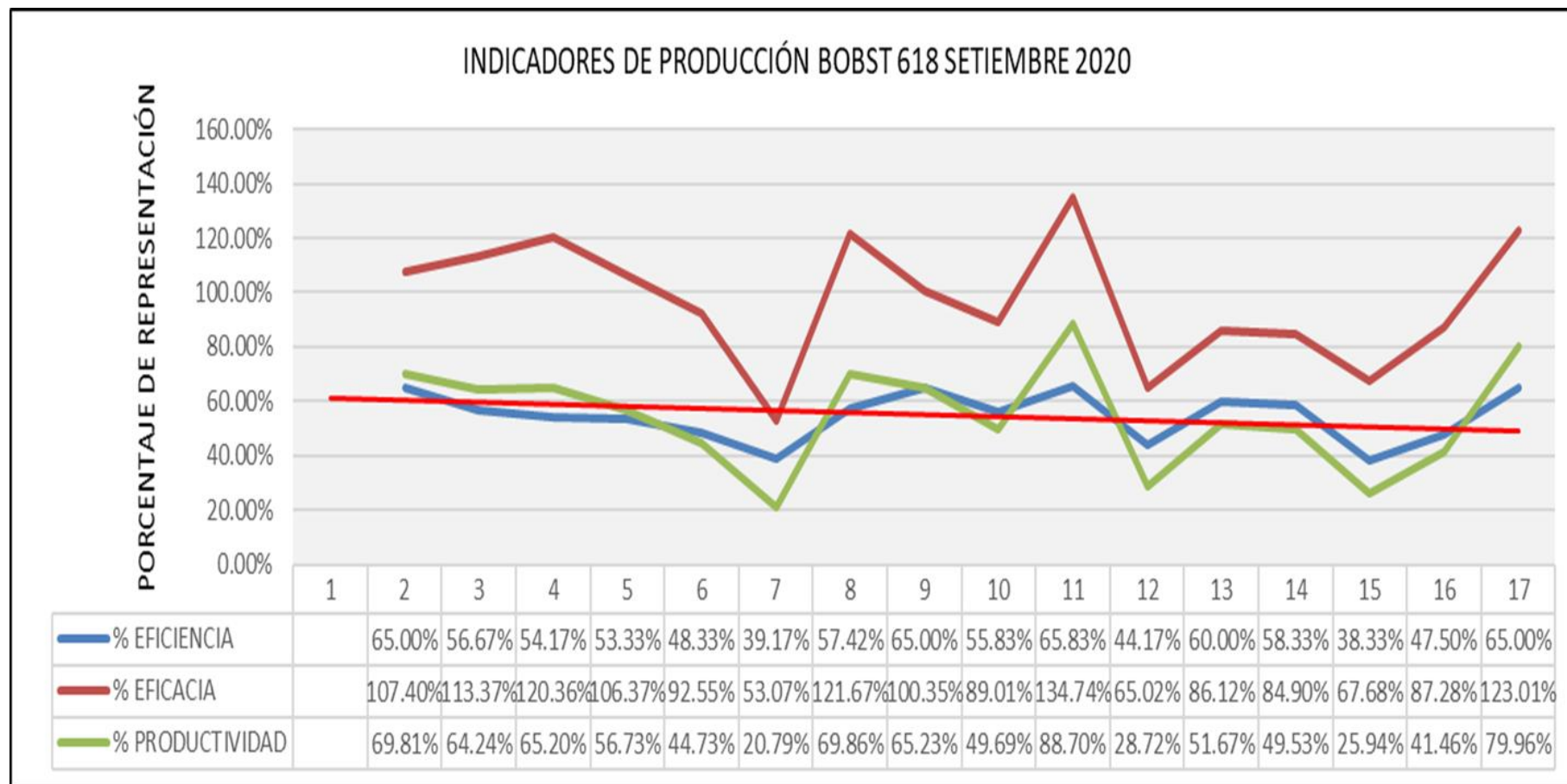


Figura 64. Gráfica de productividad del mes de setiembre para la Imprenta Bobst 618 Post – Test 2020

En la figura 62 se puede apreciar el comportamiento de la productividad del grupo de control en el mes de Setiembre, a su vez se puede ver también el comportamiento tanto de la eficacia como la eficiencia de la imprenta Bobst 618.

Tabla 60. Resumen de Productividad Imprenta Bobst 618 (Post – Test)

MES	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
	CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMAD	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEMPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
JULIO	160	192	1368000	1256552	99.5	51.82%	91.85%	47.60%
AGOSTO	169	192	1368000	1277678	94.5	49.22%	93.40%	45.97%
SETIEMBRE	195	192	1368000	1327738	104.89	54.63%	97.06%	53.02%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 60 detalla resumen de productividad en el grupo de control imprenta bobst 618, la cual se aprecia un ligero incremento en el mes de setiembre.

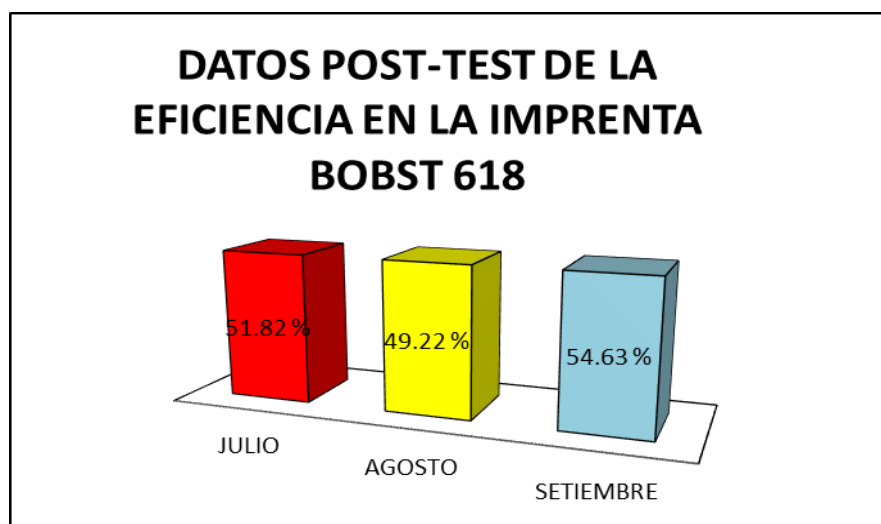


Figura 65. Datos Post - Test de la Eficiencia en la Imprenta Bobst 618

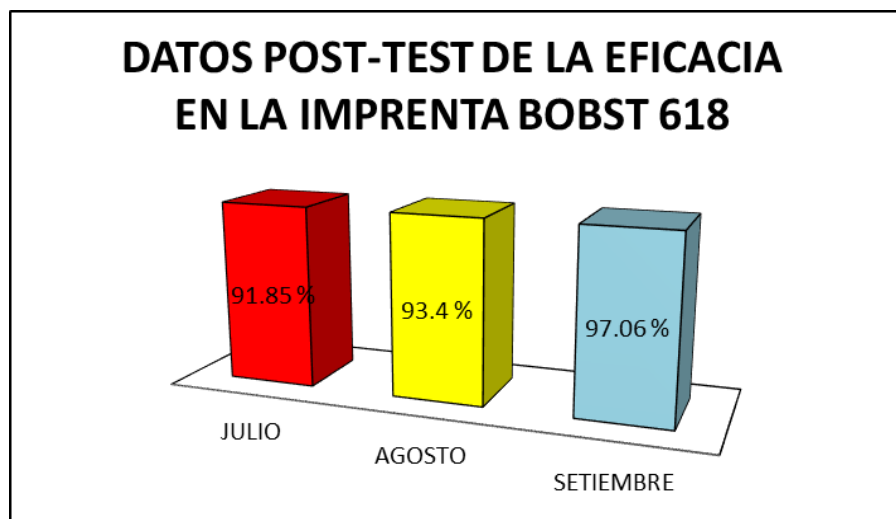


Figura 66. *Datos Post - Test de la Eficiencia en la imprenta Bobst 618*

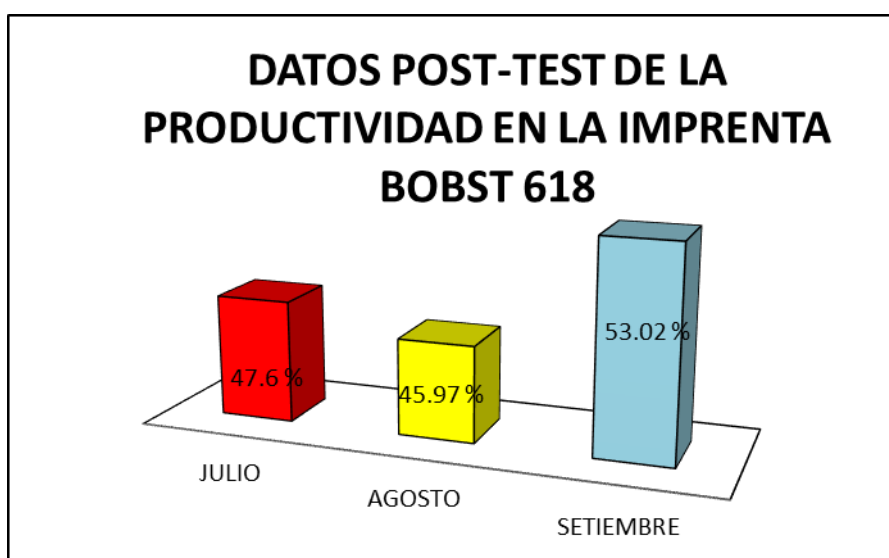


Figura 67. *Datos Post - Test de la Productividad en la Imprenta Bobst 618*

3.5.6 Análisis del grupo de control y grupo experimental.

A continuación, se presentará un resumen detallado del antes y después de la implementación del SMED y el comportamiento del grupo experimental con el grupo de control, para poder hacer un análisis de la mejora que se mostró en las anteriores tablas.

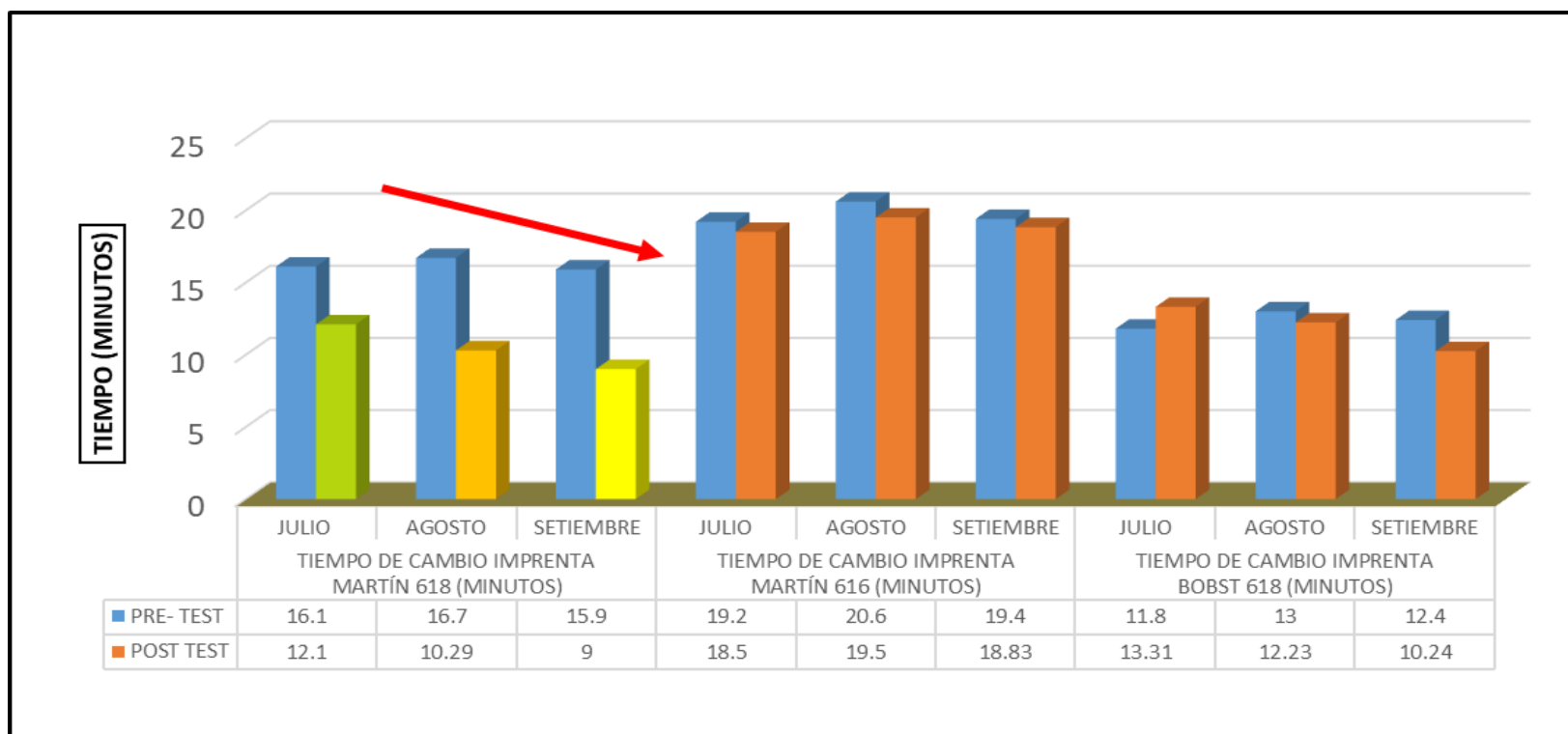


Figura 68. *Análisis de los tiempos de cambio setup del grupo experimental y grupo de control*

La figura 68 se presenta el detalle del grupo experimental (Martín 618) y grupo de control (Martín 616 y Bobst 618), como ha sido su comportamiento durante los periodos pre y post que se hizo el estudio, se puede apreciar que se redujo considerablemente el tiempo en los cambios de formato ya que el grupo experimental antes de la mejorar el promedio en el mes de Julio era de 16.1 y esto se redujo con la mejora a un 12.1, en el mes de agosto tuvo 16.7 se redujo este tiempo a 10.29, en el mes de setiembre se redujo de 15.9 a 9.

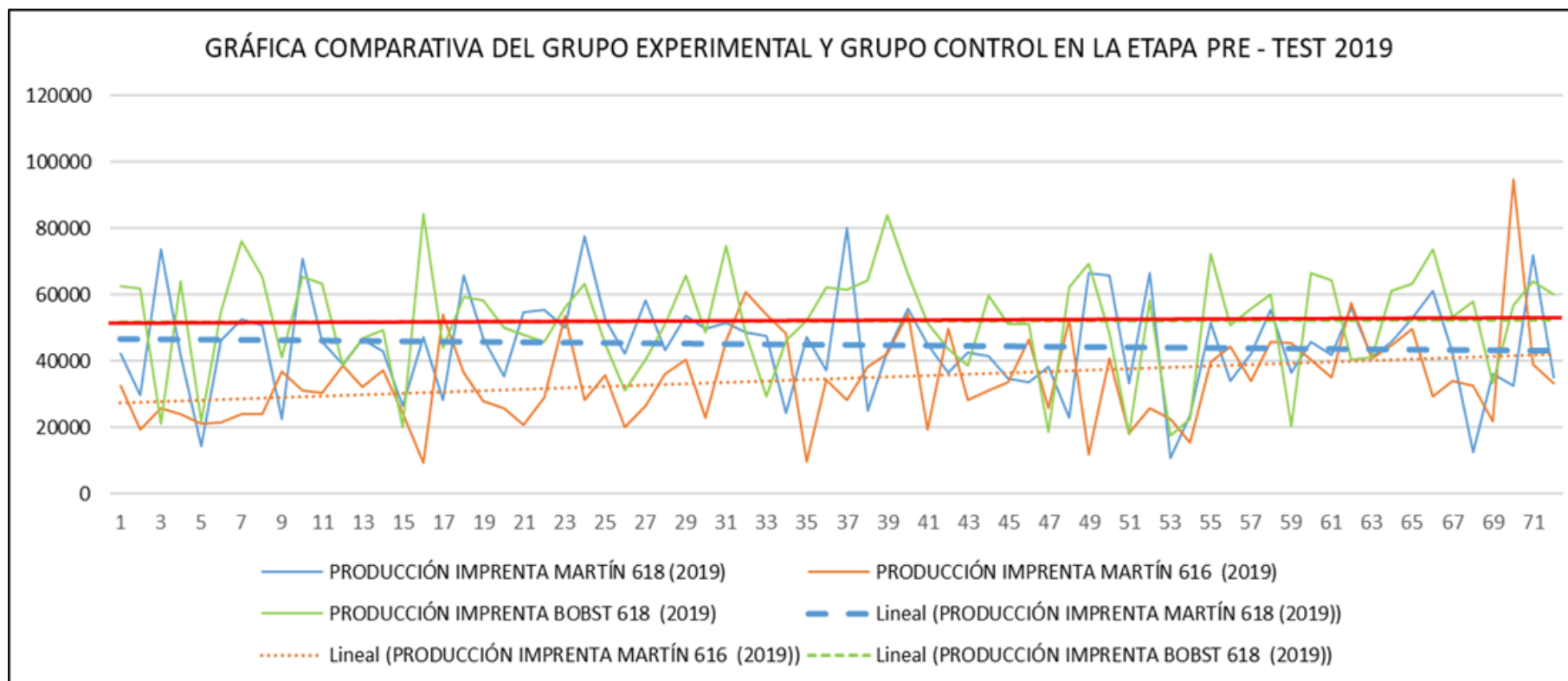


Figura 69. Gráfica comparativa del grupo experimental y grupo de control en la etapa Pre-test 2019

En la figura 69, se muestra la línea de tendencia de la producción en la etapa pre-test 2019, donde se puede visualizar la línea roja el cual es la producción estimada por el área de gerencia (53600 cajas) para la imprenta 7 (Martín 618).

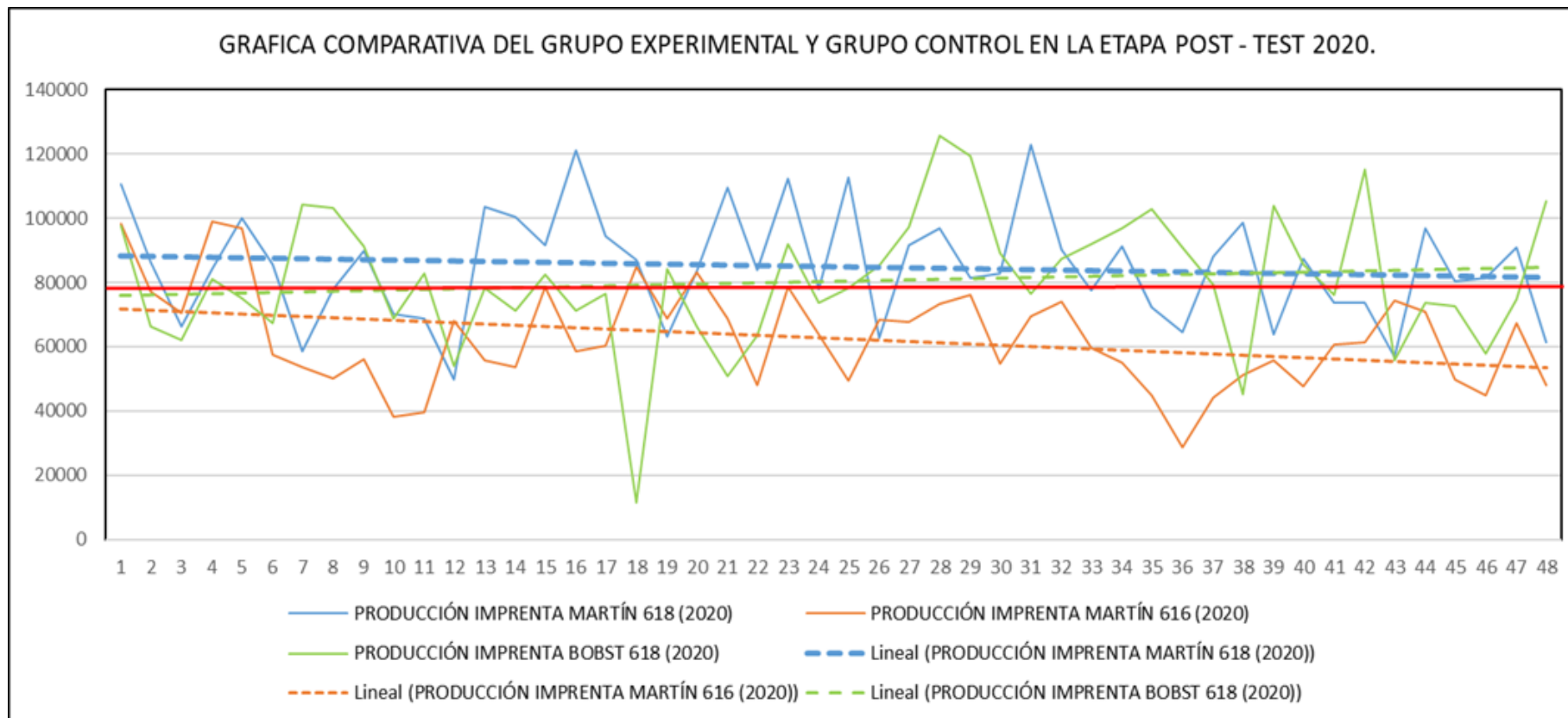


Figura 70. Gráfica comparativa del grupo experimental y el grupo de control en la etapa Post-test 2020

En la figura 70, se muestra la línea de tendencia de la producción en la etapa post-test 2020, donde se puede visualizar la línea roja el cual es la producción estimada por el área de gerencia (79000 cajas) para la imprenta 7 (Martín 618), se aprecia un incremento en la producción según lo estimado por gerencia, lo cual se logró con la implementación del SMED.

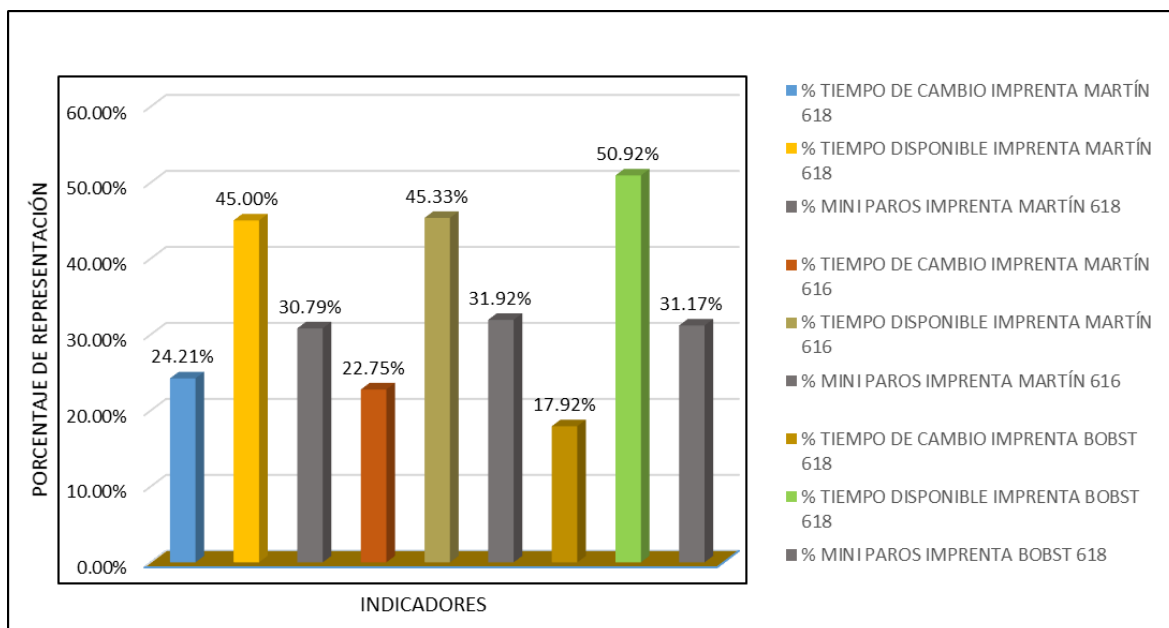


Figura 71. *Análisis Pre-test del grupo experimental y grupo de control de la variable independiente*

En la figura 71 se muestra el porcentaje de tiempo de cambio en la etapa pre-test del grupo de control y el grupo experimental, siendo 24.21% su promedio mensual, lo cual se pretende mejorar con la implementación del SMED.

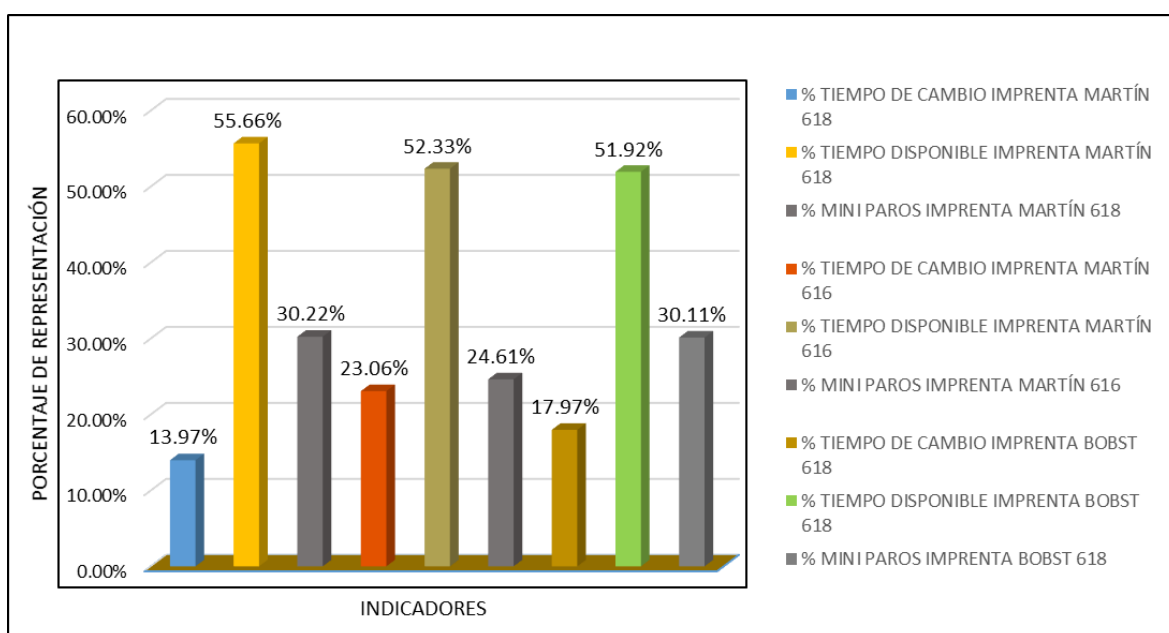


Figura 72. *Análisis Post-test del grupo experimental y grupo de control de la variable independiente*

En la figura 72 se muestra los porcentajes de tiempo de cambio en la etapa post-test 2020 del grupo de control y experimental, donde se puede visualizar la reducción del tiempo de cambio a 13.97% en el grupo experimental e

incrementando la disponibilidad a 55.66% y el grupo de control se mantuvo en porcentajes similares a la etapa pre-test.

3.5.7 Análisis económico financiero.

En este análisis se hará el detalle de los gastos, tanto de los recursos tangibles como intangibles los cuales han sido clasificados utilizando como base el clasificador de gastos del Ministerio de Economía y Finanzas, además estos datos fueron contrastados mediante el flujo de caja y los resultados obtenidos del VAN y TIR, para cotejar si el proyecto es aprobado o se rechaza.

Para poder implementar la metodología SMED en la imprenta Martín 618 en una empresa cartonera se empleó los siguientes gastos:

Tabla 61. *Recursos tangibles según clasificación MEF utilizados en el proyecto*

CLASIFICACIÓN	RECURSOS	UM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
REPUESTOS Y ACCESORIOS	LAPTOP	UND	2	S/500.00	S/1,000.00
	IMPRESORA	UND	1	S/300.00	S/300.00
	CARTUCHOS	UND	4	S/60.00	S/240.00
PAPELERA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA	ESCRITORIO	UND	1	S/350.00	S/350.00
	SILLAS DE ESCRITORIO	UND	2	S/100.00	S/200.00
	HOJAS BOND	MILL	1	S/18.50	S/18.50
	LAPICEROS	UND	8	S/1.00	S/8.00
	CUADERNOS	UND	2	S/2.50	S/5.00
	USB 16GB	UND	2	S/30.00	S/60.00
	LÁPIZ	UND	2	S/1.00	S/2.00
	BORRADOR	UND	2	S/0.50	S/1.00
	CELULARES	UND	2	S/150.00	S/300.00
BIENES Y SERVICIOS	CRONÓMETRO	UND	1	S/89.00	S/89.00
				TOTAL INVERTIDO	S/2,573.50

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 61, se detalla los recursos tangibles utilizados para la implementación del SMED en la imprenta el cual asciende el monto de S/ 2573.50.

Tabla 62. *Recursos intangibles según clasificación MEF utilizados en el proyecto*

CLASIFICACIÓN	RECURSOS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	LUZ	MENSUAL	9	S/50.00	S/450.00
SERVICIO DE AGUA Y DESAGUE	AGUA	MENSUAL	9	S/40.00	S/360.00
VIÁTICOS Y ASIGNACIONES	MOVILIDAD	MENSUAL	9	S/150.00	S/1,350.00
	ALIMENTACIÓN	MENSUAL	9	S/360.00	S/3,240.00
OTROS GASTOS	TIEMPO INVERTIDO PROYECTO	MENSUAL	9	S/1,361.81	S/12,256.29
	INVERSION DEL CICLO	SEMESTRAL	2	S/5,575.00	S/11,150.00
				TOTAL INVERTIDO	S/28,806.29

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 62, se detalla los recursos intangibles utilizados en el proyecto dentro de los cuales se resalta el tiempo que se invirtió en el proyecto y las capacitaciones que formaron parte para obtener los beneficios esperados, el monto invertido fue de S/ 28806.29.

Tabla 63. *Resumen de costos tangibles e intangibles utilizados en el proyecto*

CLASIFICACIÓN	RECURSOS	UM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
REPUESTOS Y ACCESORIOS	LAPTOP	UND	2	S/500.00	S/1,000.00
	IMPRESORA	UND	1	S/300.00	S/300.00
	CARTUCHOS	UND	4	S/60.00	S/240.00
PAPELERA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA	ESCRITORIO	UND	1	S/350.00	S/350.00
	SILLAS DE ESCRITORIO	UND	2	S/100.00	S/200.00
	HOJAS BOND	MILL	1	S/18.50	S/18.50
	LAPICEROS	UND	8	S/1.00	S/8.00
	CUADERNOS	UND	2	S/2.50	S/5.00
	USB 16GB	UND	2	S/30.00	S/60.00
	LÁPIZ	UND	2	S/1.00	S/2.00
	BORRADOR	UND	2	S/0.50	S/1.00
SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	LUZ	MENSUAL	9	S/50.00	S/450.00
SERVICIO DE AGUA Y DESAGUE	AGUA	MENSUAL	9	S/40.00	S/360.00
VIÁTICOS Y ASIGNACIONES	MOVILIDAD	MENSUAL	9	S/150.00	S/1,350.00
	ALIMENTACIÓN	MENSUAL	9	S/360.00	S/3,240.00
BIENES Y SERVICIOS	CELULARES	UND	2	S/150.00	S/300.00
	CRONÓMETRO	UND	1	S/89.00	S/89.00
OTROS GASTOS	TIEMPO INVERTIDO PROYECTO	MENSUAL	9	S/1,361.81	S/12,256.29
	INVERSION DEL CICLO	SEMESTRAL	2	S/5,575.00	S/11,150.00
				TOTAL INVERTIDO	S/31,379.79

Fuente: Elaboración propia

La tabla 63 muestra el monto total que se invirtió en la implementación del proyecto tanto recursos tangibles como intangibles dando una inversión de S/ 31379.79.

Tabla 64. *Costos en la producción antes de la mejora*

COSTOS PRE	
PRODUCCIÓN PROMEDIO MENSUAL	1358912 cajas
MATERIA PRIMA	S/815,347.20
MERMA	S/24,460.42
CIF	S/7,000.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 64, muestra los costos antes de la mejora en la imprenta Martín 618, siendo el consumo de materia prima lo más resaltante en el proceso, el cual se vio afectado de manera positiva ya que la herramienta SMED no solo ayudo a disminuir los tiempos en el cambio de formato, también redujo considerablemente los costos que se utilizaban en la producción de la máquina.

Tabla 65. *Costos en la producción después de la mejora*

COSTOS POST	
PRODUCCIÓN PROMEDIO MENSUAL	1358912 cajas
MATERIA PRIMA	S/774,579.84
MERMA	S/23,237.40
CIF	S/5,000.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 65, detalla los montos luego de la mejora, en el cual se aprecia una reducción del 3% en materia prima, a su vez la reducción de merma y los costos CIF en la imprenta Martín 618.

Tabla 66. *Análisis económico financiero*

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
COSTOS PRE		846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6	846,807.6
Materia prima		815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2	815,347.2
Merma		24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4	24,460.4
CIF		7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0	7,000.0
COSTOS POST		802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9	802,001.9
Materia prima		774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8	774,579.8
Merma		22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0	22,422.0
CIF		5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0
Beneficio		44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806
Inversiones Tangibles	2,573.50												
Repuestos y accesorios	1,540.00												
Bienes y servicios	389.00												
Papelera y útiles de oficina	644.50												
Inversiones Intangibles	28,806.3												
Servicio de agua y desagüe	360.0												
Servicio de suministro de energía	450.0												
Viáticos y asignaciones	4,590.00												
Otros gastos	23,406.29												
TOTALES NETOS	-31,379.79	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806	44,806
Cálculo del VAN	167,522.55												
Costo de Oportunidad del capital	20%												
Cálculo de la TIR	142.78%												
Cálculo del ratio Beneficio / Costo	6.34												

Fuente: Elaboración propia

Según se visualiza en la tabla 66, se elaboró el análisis económico del proyecto, para lo cual se estimó la inversión en 12 meses del flujo de caja, con un costo de oportunidad del capital de un 20%, se tomó información de los datos de la productividad pre y post, en las cuales se consigue como resultado del valor actual neto (VAN) el total de S/167,522.55, esto demuestra que la investigación es aceptada, ya que el resultado es mayor que 0, teniendo como criterio lo siguiente:

Si el VAN es mayor a 0, el proyecto se acepta.

Si el VAN es menor a 0, el proyecto se rechaza.

De igual manera, se calculó la tasa interna de retorno (TIR), el total porcentual de 142.78%, esto demuestra que la investigación es aceptada por que es mayor que la tasa efectiva, siguiendo del siguiente criterio:

Si el TIR es mayor o igual a TREMA, el proyecto se acepta.

Si el TIR es menor que la TREMA, el proyecto se rechaza.

Además, se evaluó la ratio de costo - beneficio, obteniendo como resultado 6.34, este valor es mayor a 1, esto quiere decir que la inversión es factible, según el siguiente criterio:

Si $B/C > 1$ se considera rentable el proyecto

Si $B/C = 0$ debe ser reevaluado y analizado el proyecto

Si $B/C < 1$ es rechazado el proyecto

Esto representa que, por cada sol que se invierte en el proyecto, se obtiene una ganancia de 5.34 soles en la imprenta Martín 618 en una empresa cartonera.

Los resultados obtenidos en el análisis económico financiero también son concordantes con el artículo científico “*SMED: Técnica de Manufactura Con Gran Impacto En La Reducción de Costos*” la cual indica que una de las variables importantes del SMED es el beneficio económico el cual quedo demostrado en la reducción de merma y los costos indirectos de fabricación. (Fuentes et al. 2015).

3.6 Método de análisis de datos.

El método de análisis se realizará de manera cuantitativa, los datos serán extraídos del programa Pc-Topp, el cual es un ERP propio de la empresa, monitoreado de manera virtual desde Francia, actualizándose cada 8 horas y se da mantenimiento

cada 6 meses según las actualizaciones del programa, los datos conseguidos, serán digitados y tabulados en un registro Excel, el cual se analizará con el software SPSS Statistics 25. Se empleará la estadística descriptiva para determinar medidas de tendencia central, medidas de dispersión e histogramas con el propósito de determinar los cambios que genera el SMED, la productividad, eficiencia y eficacia serán cuantificados en tablas de Excel y analizará con ayuda del SPSS Statistics 25. Por otro lado, se aplicará la estadística inferencial para contrastación de las hipótesis.

(Hernández et al. 2014 p. 270). Al estudiar datos cuantitativos tener presente dos temas: primero, los patrones estadísticos son formas de una realidad más no la realidad propia, además que los resultados numéricos constantemente se aclaran en un marco contextual para cada estudio.

(Hernández et al. 2014). La estadística descriptiva se encarga de analizar los datos o los valores obtenidos en cada variable, se apoya de las medidas de tendencia central, distribución de frecuencias, graficas de puntuación Z y/o medidas de variabilidad (p.282).

(Hernández et al. 2014). La estadística inferencial nos ayuda a valorar parámetros y examinar hipótesis, se fundamenta en la distribución de la muestra, valiéndose del análisis paramétrico, análisis no paramétrico o el análisis multivariado (p.299).

3.7. Aspectos éticos.

La presente investigación respeta los estudios previos de diferentes investigadores citándolos correctamente y respetando el derecho de autor, además de la transparencia de los datos tomados en la empresa siendo veraces y reales los cuales serán usados con fines:

- Uso de la data informativa exclusivamente con fines académicos.
- Respeto por la información y el apoyo brindado por parte de la empresa, con el fin de proponer una mejora en la línea Martin 618.
- Uso del programa antiplagio Turnitin para constatar que el trabajo ha sido realizado de manera real sin ningún tipo de similitud a otra investigación.

IV. RESULTADOS.

4.1 Variable Independiente: Técnica SMED.

Tabla 67. Resultados obtenidos del SMED en el Pre-test y Post-test

VARIABLE INDEPENDIENTE (TECNICA SMED)		
INDICADORES	PROMEDIO PRE - TEST	PROMEDIO POST - TEST
% TIEMPO DE CAMBIO	24.2%	14.0%
% TIEMPO DISPONIBLE	45.0%	55.7%
% MINIPAROS	30.8%	30.2%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 67 se muestra los resultados obtenidos de la variable independiente tanto en la etapa pre como post de las dimensiones tiempo de cambio y disponibilidad de la maquina Martín 618.

Para el cálculo del incremento en los indicadores del porcentaje se realizó por medio de fórmulas absolutas.

$$\Delta\% \text{ TIEMPO DE CAMBIO} = \frac{\text{Tiempo de cambio antes} - \text{Tiempo de cambio despues}}{\text{Tiempo de cambio antes}}$$

$$\Delta\% \text{ TIEMPO DE CAMBIO} = \frac{0.24 - 0.14}{0.24} = 0.416 = \mathbf{41.66\%}$$

$$\Delta\% \text{ TIEMPO DISPONIBLE} = \frac{\text{Tiempo disponible antes} - \text{Tiempo disponible despues}}{\text{Tiempo disponible antes}}$$

$$\Delta\% \text{ TIEMPO DISPONIBLE} = \frac{0.45 - 0.55}{0.45} = 0.222 = \mathbf{22.22\%}$$

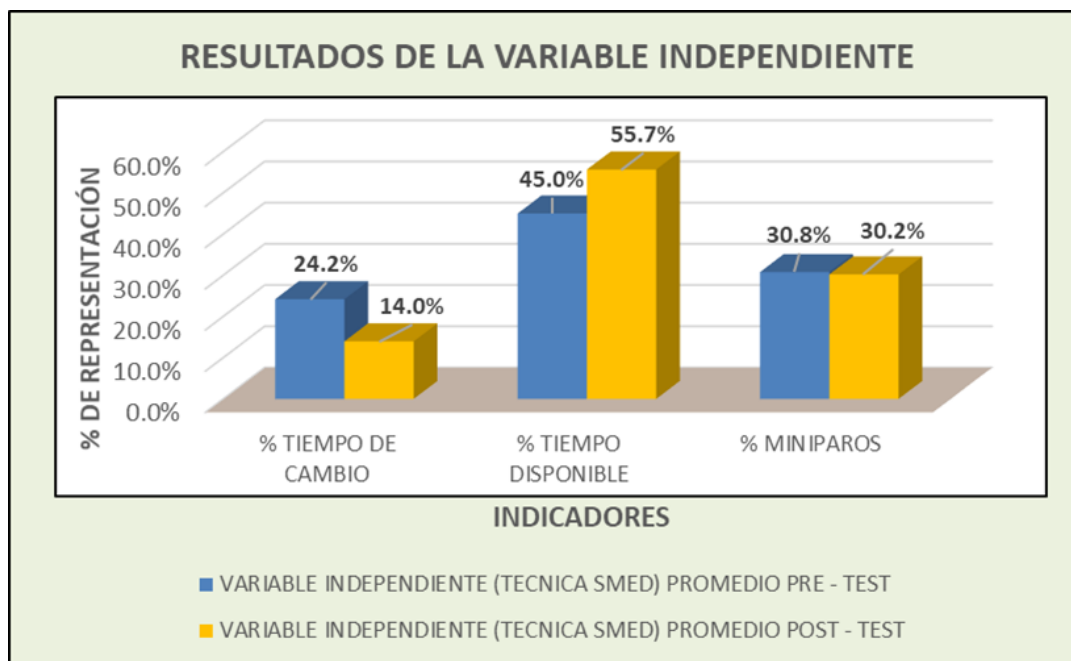


Figura 73. Resultados Pre-test y Post-test de la variable independiente

En la tabla 67 y figura 73 se muestra el resumen de los resultados para la variable independiente del grupo experimental (Imprenta Martín 618) con sus indicadores tiempo de cambio con una reducción del 41.66% con respecto a la etapa pre - test y disponibilidad de la máquina con un incremento de 22.22% en comparación con la etapa pre – test, estos datos confirman que con la aplicación del SMED se incrementó un total de 61.43 horas de disponibilidad de la maquina Martín 618 en un comparativo de los datos pre – test y post – test.

4.2 Variable Dependiente: Productividad.

Tabla 68. Resultados obtenidos de la productividad en el Pre-test y Post-test

ETAPA	VARIABLE DEPENDIENTE (PRODUCTIVIDAD)							
	PRODUCCIÓN PLANIFICADA			PRODUCCIÓN REAL		INDICADORES		
	CANTIDAD DE OT PROGRAMADA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	TIEPO ÚTIL DE PRODUCCIÓN	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
PROMEDIO PRE - TEST	514	576	3859200	3223070	259.2	45.00%	83.52%	37.62%
PROMEDIO POST - TEST	466	576	3859200	4076736	320.63	55.66%	107.51%	59.97%

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del incremento en los indicadores de la eficiencia, eficacia y productividad se realizó por medio de fórmulas absolutas.

$$\Delta\% EFICIENCIA = \frac{Eficiencia\ antes - Eficiencia\ despues}{Eficiencia\ antes}$$

$$\Delta\% EFICIENCIA = \frac{0.45 - 0.56}{0.45} = 0.244 = \mathbf{24.4\%}$$

$$\Delta\% EFICACIA = \frac{Eficacia\ antes - Eficacia\ despues}{Eficacia\ antes}$$

$$\Delta\% EFICACIA = \frac{0.84 - 1.07}{0.84} = 0.2738 = \mathbf{27.38\%}$$

$$\Delta\% PRODUCTIVIDAD = \frac{Productividad\ antes - Productividad\ despues}{Productividad\ antes}$$

$$\Delta\% PRODUCTIVIDAD = \frac{0.38 - 0.60}{0.38} = 0.5789 = \mathbf{57.89\%}$$

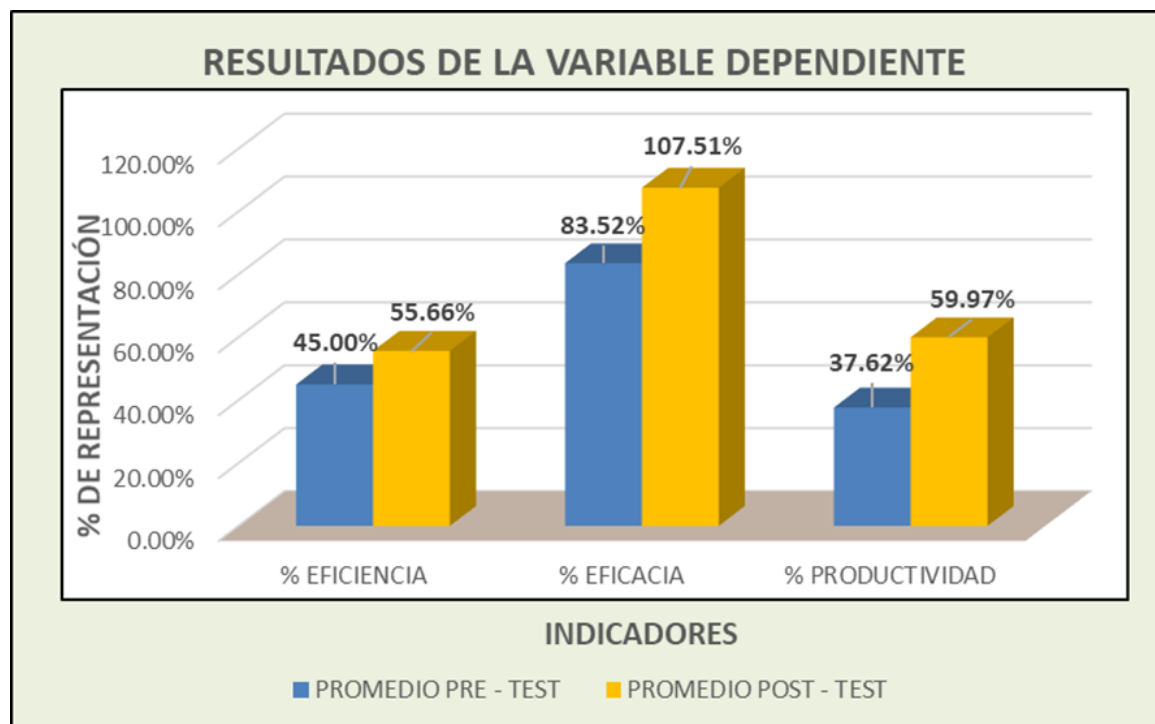


Figura 74. Resultados Pre-test y Post-test de la variable dependiente

En la tabla 68 y la figura 74 se muestra el resumen de los resultados para la variable dependiente del grupo experimental (Imprenta Martín 618) con sus indicadores eficiencia donde se aprecia un incremento de 24.4%, eficacia con un incremento de 27.38% y la productividad 57.89% en comparación de la etapa Pre-test con la etapa Post-test reflejándose en un incremento de producción en 853 666 cajas en los tres meses de estudio después de implementar la metodología SMED.

4.3 Análisis estadístico descriptivo.

Para el análisis estadístico descriptivo se analizará la media, desviación estándar, asimetría, curtosis y frecuencia, los datos son extraídos de la recopilación de nuestra muestra la cual ha sido estratificado por días, tanto del antes (Pre test 72 días de 8 horas diarias) como el después (Post test 16 días de 12 horas diarias), cotejando mediante tablas de resultados y gráficas resumidas, en la variable independiente (SMED) y la variable dependiente (Productividad).

Grupo Experimental: Dimensión tiempo de cambio de formato (Martín 618).

4.3.1 Análisis estadístico descriptivo de la variable independiente.

Tabla 69. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la dimensión tiempo de cambio en la variable independiente

Estadísticos			
		VARIABLE INDEPENDIENTE TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	VARIABLE INDEPENDIENTE TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		1,9347	1,6750
Error estándar de la media		,07883	,07652
Mediana		2,0000	1,7000
Moda		1,40 ^a	1,50 ^a
Desv. Desviación		,66886	,53015
Varianza		,447	,281
Asimetría		-,135	-,013
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		-,332	-,411
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		2,90	2,30
Mínimo		,50	,60
Máximo		3,40	2,90
Suma		139,30	80,40
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 69 de análisis descriptivo se puede visualizar los valores de la media con una reducción del 13% en comparación con la etapa pre, una reducción en la desviación, varianza y asimetría, lo cual afirma que los datos están más pegados a

la media. Tenemos una curtosis más negativa o platicúrtica en la etapa Post porque los datos de tiempo son menores y dispersos.

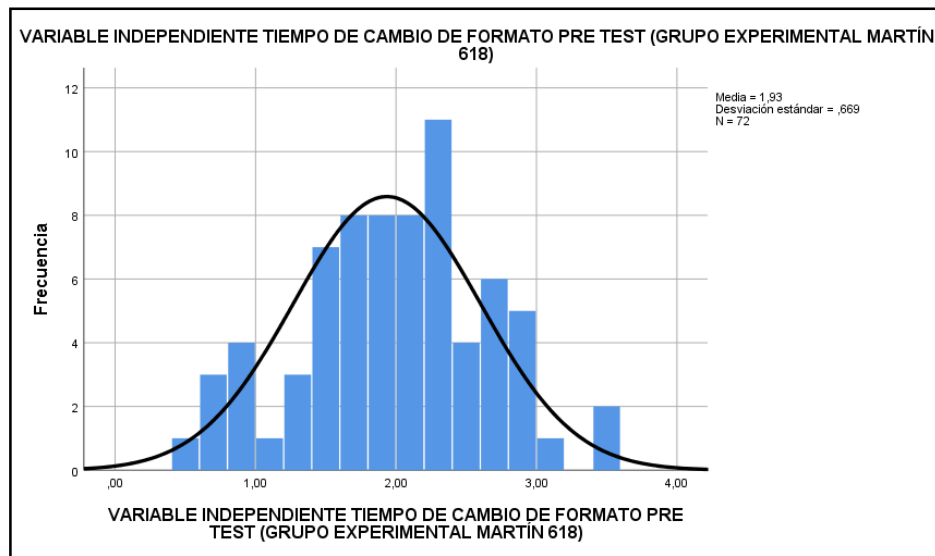


Figura 75. *Histograma tiempo de cambio Pre – Test Grupo Experimental*

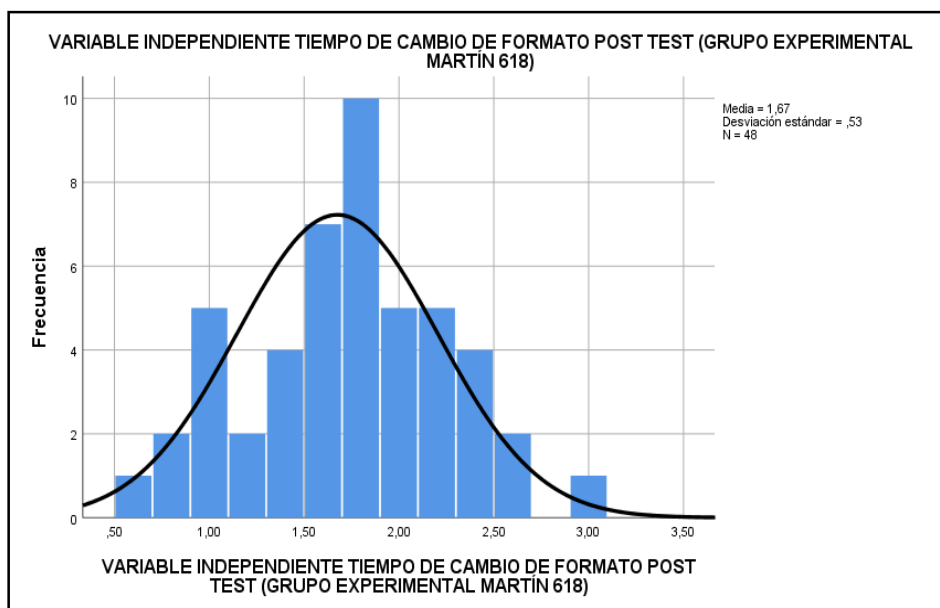


Figura 76. *Histograma tiempo de cambio Post – Test Grupo Experimental*

En el análisis de los histogramas de la figura 75 y 76 se puede apreciar que en la etapa post-test la asimetría es positiva en comparación con la etapa pre-test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores menores a la media.

Tabla 70. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la dimensión tiempo de cambio en la variable independiente

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Error	Desv. Desviación	Varianza	Asimetría	Desv. Error	Curtosis	Desv. Error
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
VARIABLE INDEPENDIENTE TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	72	2,90	,50	3,40	1,9347	,07883	,66886	,447	-,135	,283	-,332	,559
VARIABLE INDEPENDIENTE TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	48	2,30	,60	2,90	1,6750	,07652	,53015	,281	-,013	,343	-,411	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Grupo Experimental: Dimensión utilización de la máquina (Martín 618).

Tabla 71. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la dimensión utilización de máquina en la variable independiente

Estadísticos			
	VARIABLE INDEPENDIENTE UTILIZACIÓN DE MÁQUINA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	VARIABLE INDEPENDIENTE UTILIZACIÓN DE MÁQUINA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		36,0000	66,8125
Error estándar de la media		1,08896	1,52510
Mediana		37,0000	68,0000
Moda		43,00	76,00
Desv. Desviación		9,24015	10,56822
Varianza		85,380	111,645
Asimetría		-,392	-,084
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		,296	-,172
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		48,00	50,00
Mínimo		10,00	43,00
Máximo		58,00	93,00
Suma		2592,00	3207,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 71 de análisis se puede visualizar los valores de la media con un incremento de 36,000 en la etapa pre-test a 66,812 en la etapa post-test, se confirma que la aplicación del SMED incrementa la disponibilidad de la máquina.

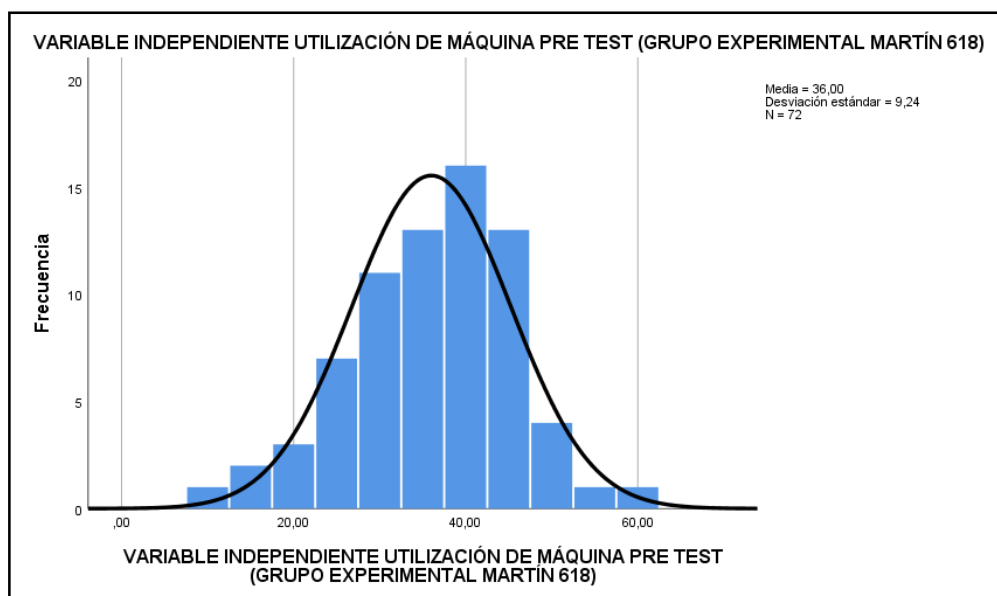


Figura 77. *Histograma Utilización de máquina Pre- Test Grupo Experimental*

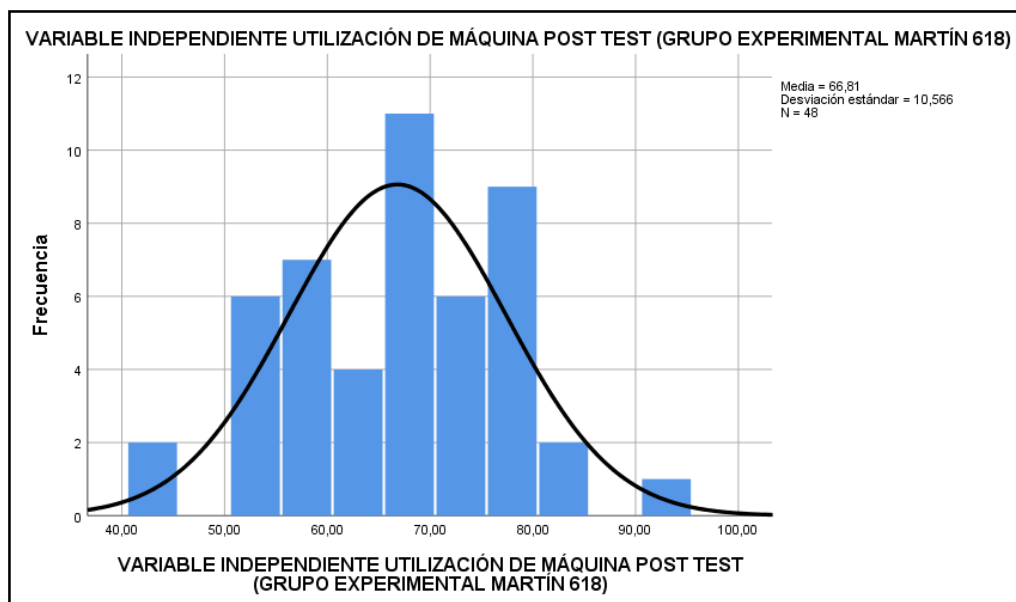


Figura 78. *Histograma Utilización de máquina Post- Test Grupo Experimental*

En el análisis de los histogramas de la figura 77 y 78 se puede apreciar que en la etapa post test la asimetría es negativa en comparación con la etapa pre test, es decir, la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos a la derecha de la media donde están los valores altos.

Tabla 72. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la dimensión utilización de máquina en la variable independiente

	Estadísticos descriptivos											
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
VARIABLE INDEPENDIENTE UTILIZACIÓN DE MÁQUINA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	72	48,00	10,00	58,00	36,0000	1,08896	9,24015	85,380	-,392	,283	,296	,559
VARIABLE INDEPENDIENTE UTILIZACIÓN DE MÁQUINA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	48	50,00	43,00	93,00	66,8125	1,52510	10,56622	111,645	-,084	,343	-,172	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente.

Para el análisis estadístico descriptivo se analizará la media, desviación estándar, asimetría, curtosis y frecuencia, los datos son extraídos de la recopilación de nuestra muestra la cual ha sido estratificado por días, tanto del antes (Pre test 72 días de 8 horas diarias) como el después (Post test 16 días de 12 horas diarias), cotejando mediante tablas de resultados y gráficas resumidas, en la variable independiente (SMED) y la variable dependiente (Productividad).

Grupo Experimental: Dimensión Eficiencia (Martín 618).

Tabla 73. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficiencia

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		45,2361	55,7292
Error estándar de la media		1,36114	1,26734
Mediana		46,0000	57,0000
Moda		54,00	58,00
Desv. Desviación		11,54964	8,78039
Varianza		133,394	77,095
Asimetría		-,387	-,057
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		,276	-,110
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		60,00	42,00
Mínimo		13,00	36,00
Máximo		73,00	78,00
Suma		3257,00	2675,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 73 se analiza la eficiencia, se evidencia un incremento en el valor de la media en un 23.19% en comparación con la etapa pre-test, una reducción en la desviación, varianza que indican a los datos más pegados a la media, concluyendo que la aplicación del SMED incrementa la eficiencia de la máquina flexográfica Martín 618.

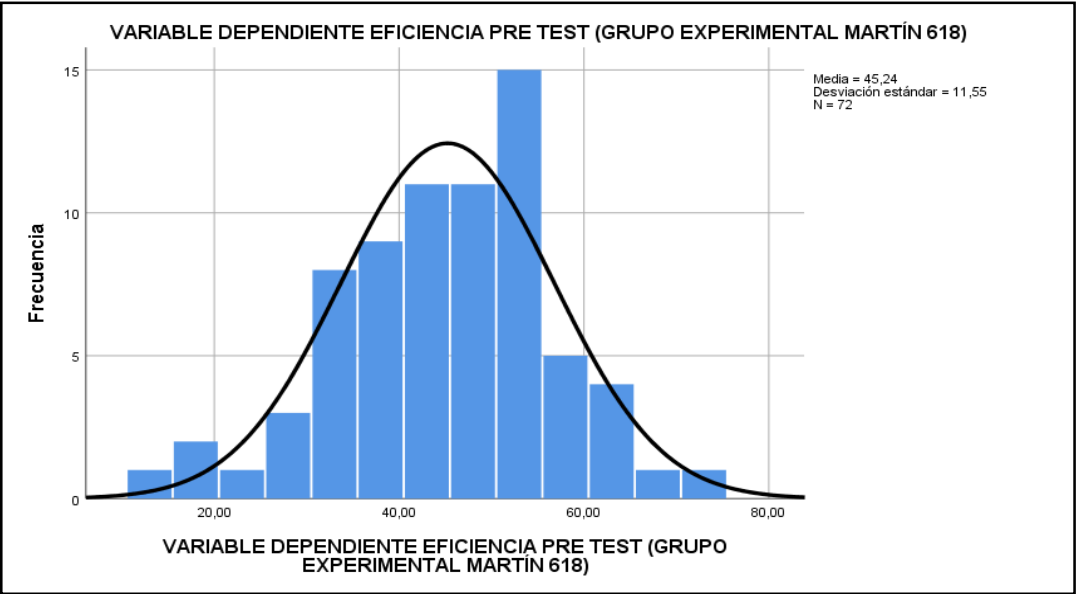


Figura 79. *Histograma Eficiencia Pre- Test Grupo Experimental*

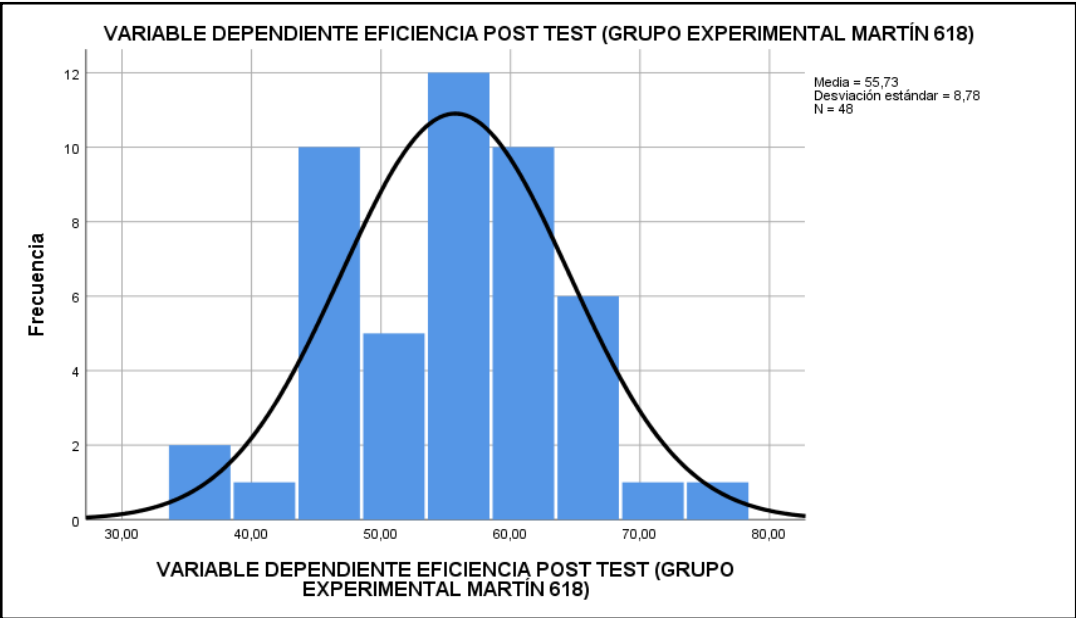


Figura 80. *Histograma Eficiencia Post- Test Grupo Experimental*

En el análisis de los histogramas de la figura 79 y 80 se puede apreciar que en la etapa post test la asimetría es negativa en comparación con la etapa pre test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos por ende tiende a reunirse más a la derecha de la media donde están los valores altos.

Tabla 74. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficiencia

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	72	60,00	13,00	73,00	45,2361	1,36114	11,54964	133,394	-,387	,283	,276	,559
VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	48	42,00	36,00	78,00	55,7292	1,26734	8,78039	77,095	-,057	,343	-,110	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Grupo Experimental: Dimensión Eficacia (Martín 618).

Tabla 75. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficacia

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		83,5139	107,5417
Error estándar de la media		3,23173	3,11596
Mediana		82,0000	107,5000
Moda		80,00	80,00 ^a
Desv. Desviación		27,42210	21,58798
Varianza		751,972	466,041
Asimetría		,096	,179
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		,191	-,342
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		130,00	92,00
Mínimo		20,00	63,00
Máximo		150,00	155,00
Suma		6013,00	5162,00
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 75 se analiza la eficacia, reflejándose un incremento en el valor de la media en un 28.77% en comparación con la etapa pre-test, una reducción en la desviación, varianza que indican a los datos más pegados a la media, concluyendo que la aplicación del SMED incrementa la eficacia de la máquina flexográfica Martín 618.

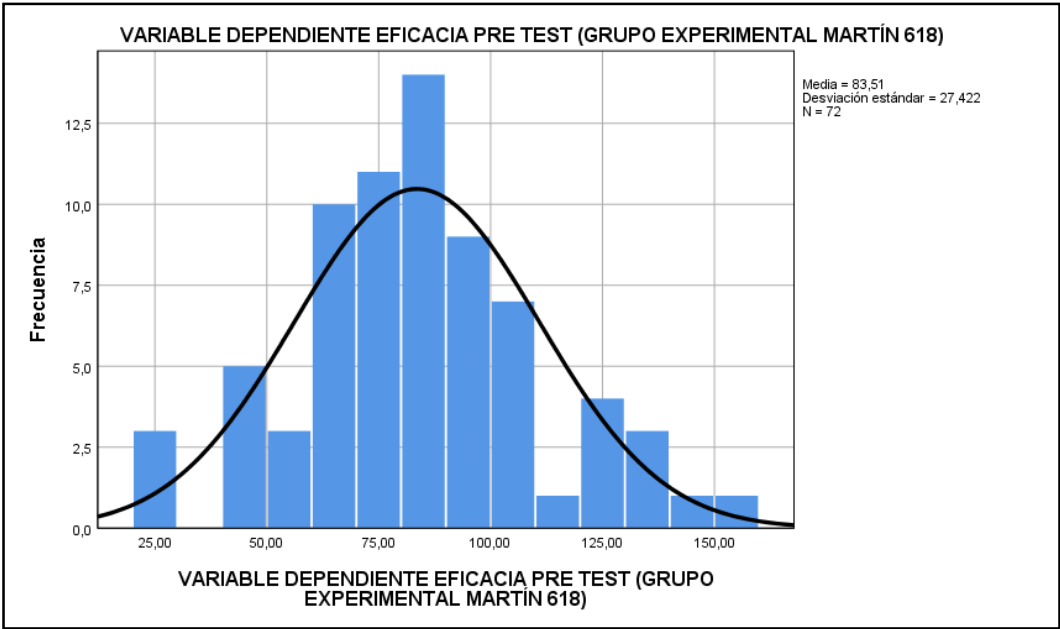


Figura 81. *Histograma Eficacia Pre – Test Grupo Experimental*

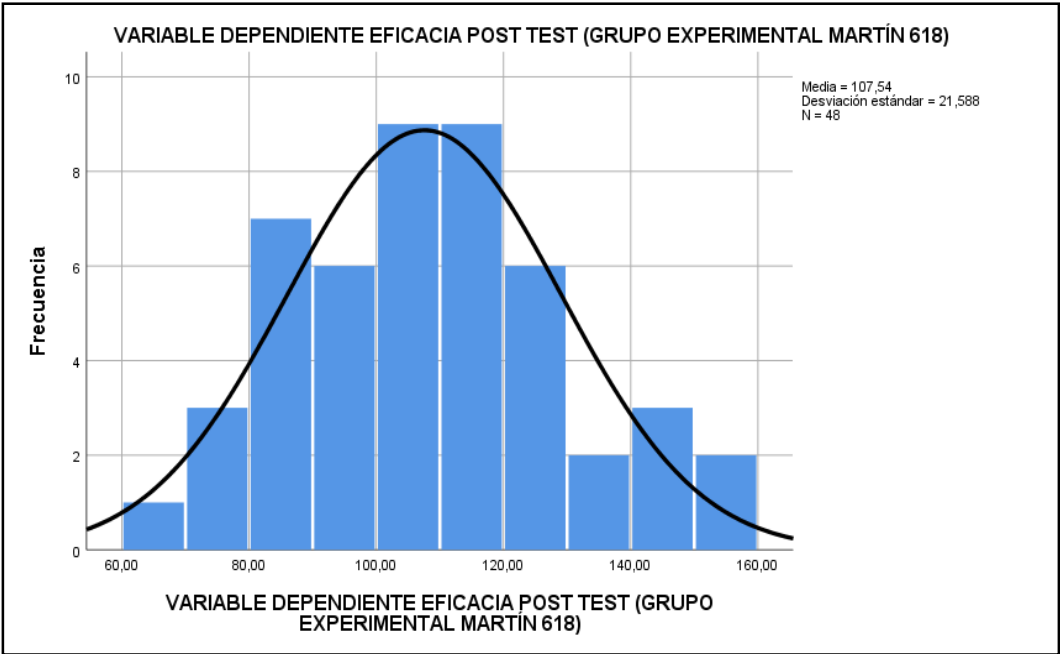


Figura 82. *Histograma Eficacia Post – Test Grupo Experimental*

En el análisis de los histogramas de la figura 81 y 82 se puede apreciar que en la etapa post-test la asimetría es negativa en comparación con la etapa pre-test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos por ende tiende a reunirse más a la derecha de la media donde están los valores altos.

Tabla 76. Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficacia

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Error	Desv. Desviación	Varianza	Asimetría	Desv. Error	Curtosis	Desv. Error
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico		Estadístico	Estadístico	Estadístico		Estadístico	
VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	72	130,00	20,00	150,00	83,5139	3,23173	27,42210	751,972	,096	,283	,191	,559
VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	48	92,00	63,00	155,00	107,5417	3,11596	21,58798	466,041	,179	,343	-,342	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Grupo Experimental: Dimensión Productividad (Martín 618).

Tabla 77. Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la productividad

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		40,1944	61,3542
Error estándar de la media		2,44266	2,88314
Mediana		38,0000	62,0000
Moda		28,00	52,00 ^a
Desv. Desviación		20,72668	19,97497
Varianza		429,595	399,000
Asimetría		,650	,254
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		,539	-,369
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		103,00	84,00
Mínimo		2,00	27,00
Máximo		105,00	111,00
Suma		2894,00	2945,00
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 77 se analiza la productividad, reflejándose un incremento en el valor de la media en un 52.65% en comparación con la etapa pre-test, una reducción en la desviación, varianza que indican a los datos más pegados a la media, concluyendo que la aplicación del SMED incrementa la productividad de la máquina flexográfica Martín 618.

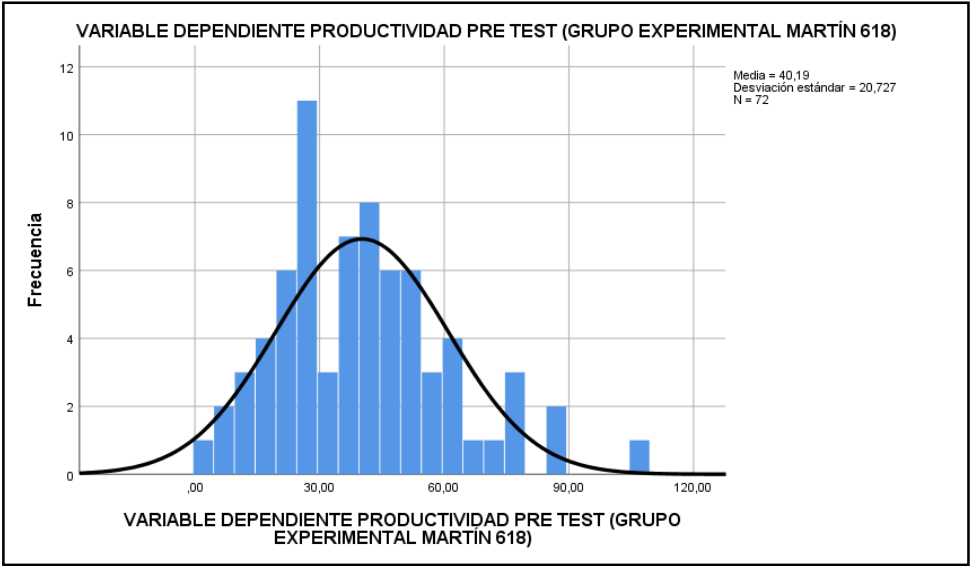


Figura 81. *Histograma Productividad Pre – Test Grupo Experimental*

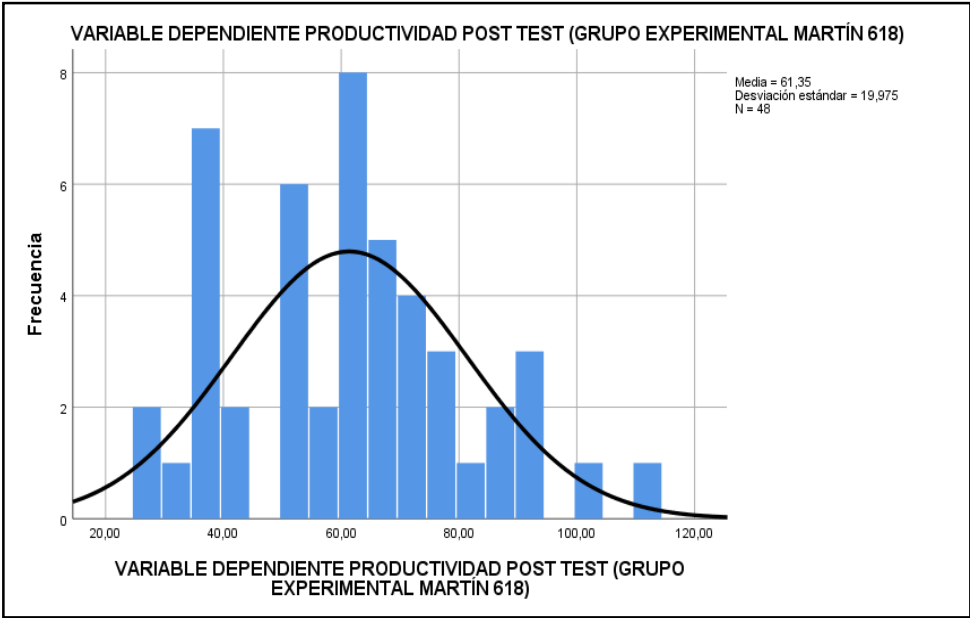


Figura 82. *Histograma Productividad Post– Test Grupo Experimental*

En el análisis de los histogramas de la figura 83 y 84 se puede apreciar que en la etapa post-test la asimetría es negativa en comparación con la etapa pre-test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos por ende tiende a reunirse más a la derecha de la media donde están los valores altos.

Tabla 78. *Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la productividad*

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Error	Desv. Desviación	Varianza	Asimetría	Desv. Error	Curtosis	Desv. Error
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	72	103,00	2,00	105,00	40,1944	2,44266	20,72668	429,595	,650	,283	,539	,559
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL MARTÍN 618)	48	84,00	27,00	111,00	61,3542	2,88314	19,97497	399,000	,254	,343	-,369	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Grupo de Control: (Martín 616 y Bobst 618)

Para el grupo de control (Martín 616 y Bobst 618) se analizará con ayuda de la estadística descriptiva para revisar si ha tenido cambios considerables en sus dimensiones ya que estos grupos sirven para comparar cuantitativamente con el grupo experimental.

Tabla 79. *Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Martín 616*

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		45,3889	52,3333
Error estándar de la media		1,27752	1,04140
Mediana		45,0000	54,0000
Moda		58,00	55,00
Desv. Desviación		10,84014	7,21504
Varianza		117,509	52,057
Asimetría		-,214	-,631
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		,277	-,076
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		56,00	29,00
Mínimo		18,00	35,00
Máximo		74,00	64,00
Suma		3268,00	2512,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 79 se analiza la eficiencia, reflejándose un incremento en el valor de la media en un 15.31% en comparación con la etapa pre-test, Cabe resaltar que el grupo de control para la imprenta flexográfica Martín 616 el área de mantenimiento realizo un mantenimiento autónomo en los meses de mayo y junio 2020.

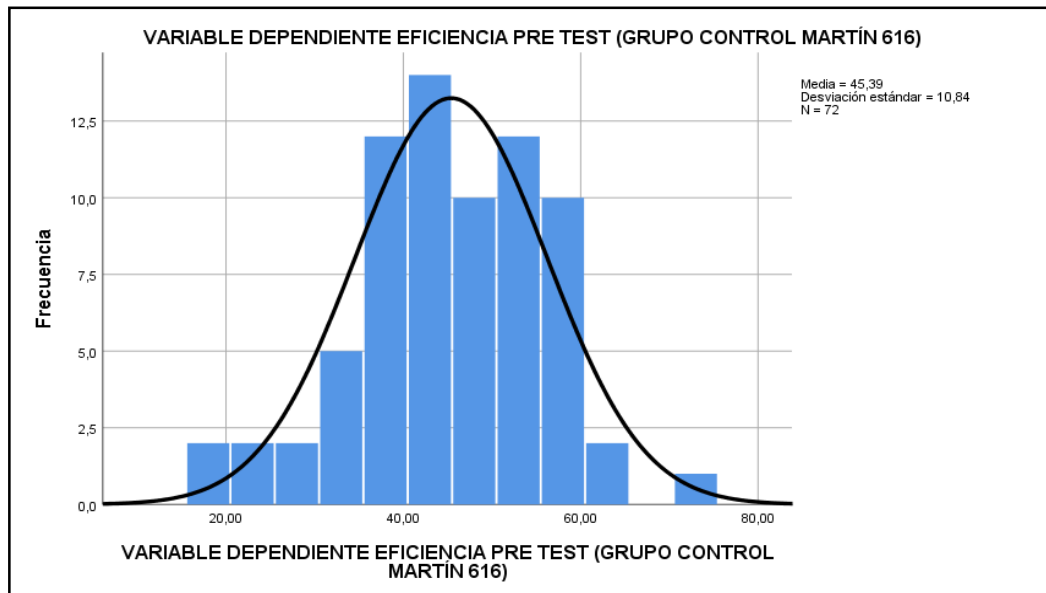


Figura 83. *Histograma Eficiencia Pre- Test Grupo Control Martín 616*

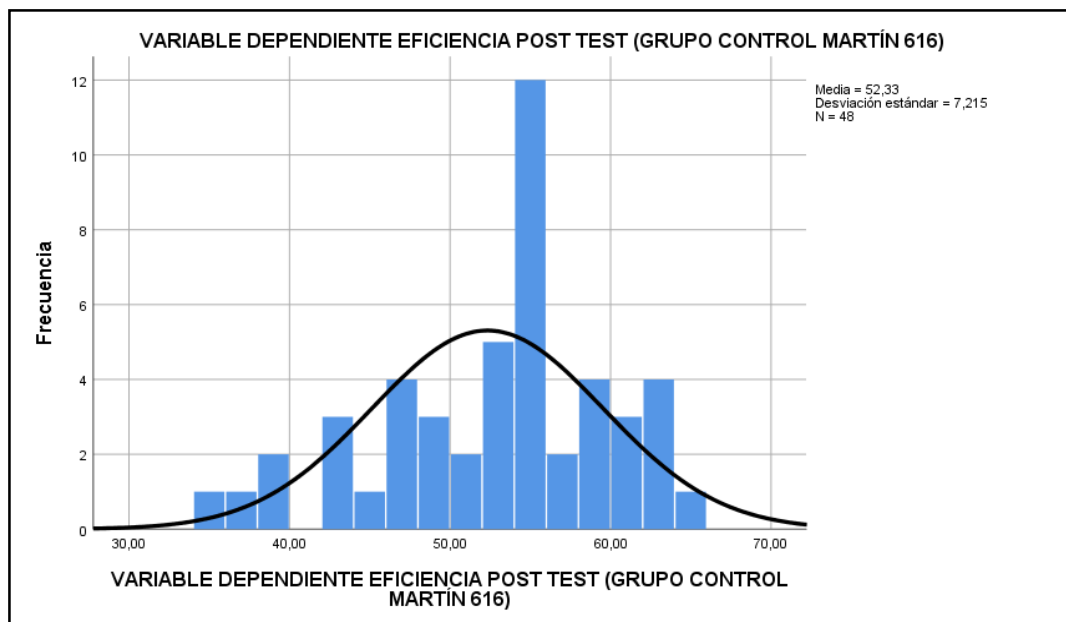


Figura 84. *Histograma Eficacia Pre – Test Grupo Control Martín 616*

En el análisis de los histogramas de la figura 85 y 86 se puede apreciar que en la etapa post-test la asimetría es negativa en comparación con la etapa pre-test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos por ende tiende a reunirse más a la derecha de la media donde están los valores altos producto de la intervención de mantenimiento como se evidencia en la tabla 80.

Tabla 80. *Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Martín 616*

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	72	56,00	18,00	74,00	45,3889	1,27752	10,84014	117,509	-,214	,283	,277	,559
VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	48	29,00	35,00	64,00	52,3333	1,04140	7,21504	52,057	-,631	,343	-,076	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Dimensión Eficacia (Martín 616).

Tabla 81. *Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Martín 616*

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		77,2361	93,4792
Error estándar de la media		3,62063	3,34934
Mediana		74,5000	90,0000
Moda		58,00 ^a	67,00 ^a
Desv. Desviación		30,72206	23,20491
Varianza		943,845	538,468
Asimetría		1,190	,428
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		3,792	,140
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		190,00	105,00
Mínimo		21,00	43,00
Máximo		211,00	148,00
Suma		5561,00	4487,00
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 81 se analiza la eficacia del grupo de control Martín 616, reflejándose un incremento en el valor de la media en un 21.02% en comparación con la etapa pre test, producto de la reducción de mini paros después del mantenimiento autónomo.

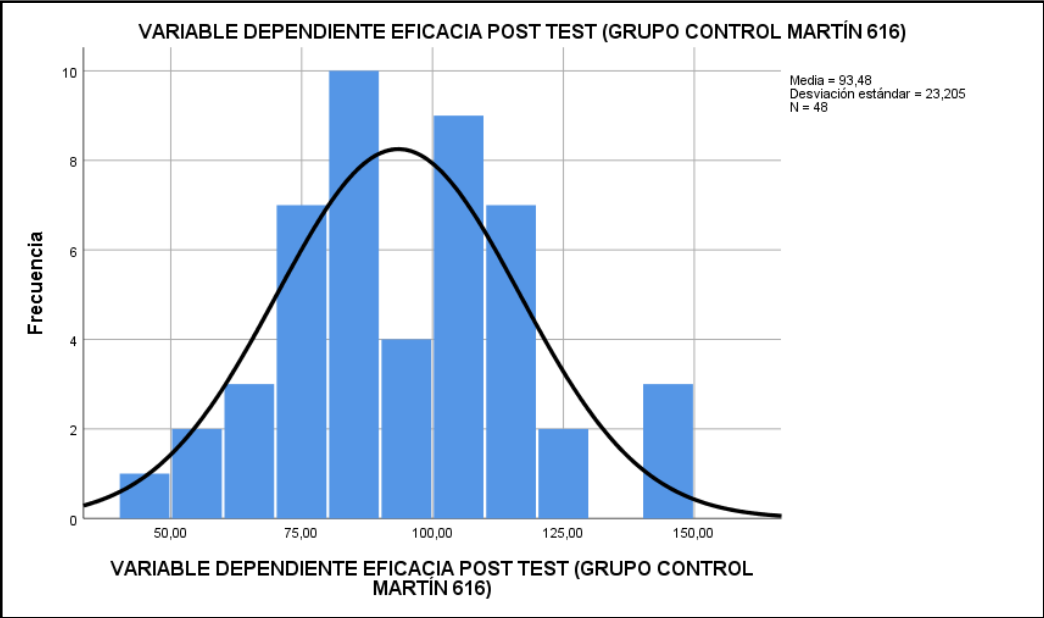


Figura 85. *Histograma Eficacia Post – Test Grupo Control Martín 616*

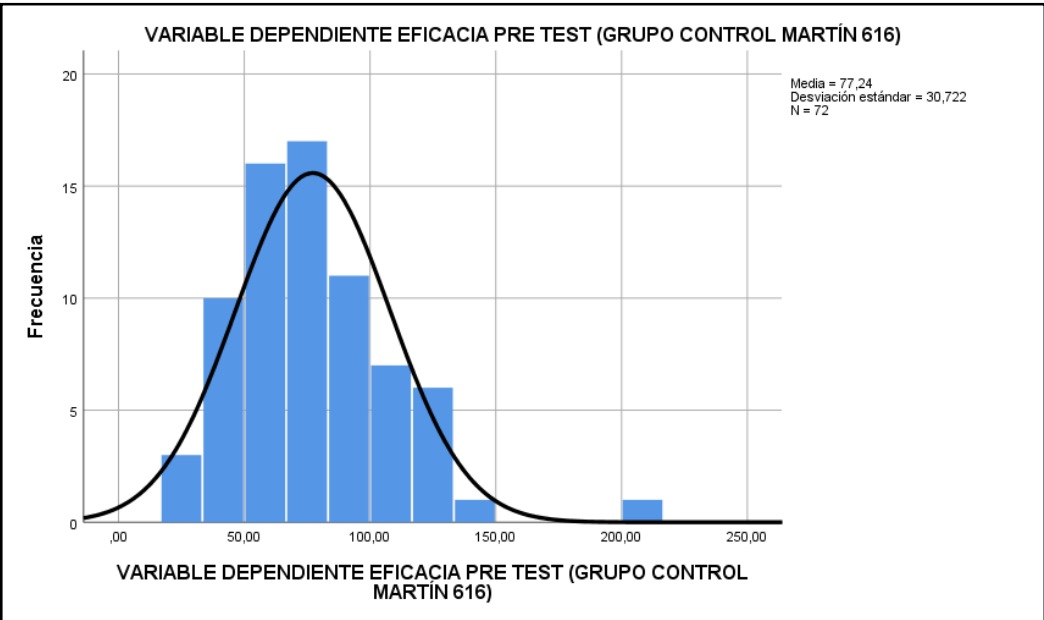


Figura 86. *Histograma Eficacia Pre – Test Grupo Control Martín 616*

En el análisis de los histogramas de la figura 87 y 88 se puede apreciar que en la etapa post test la asimetría es negativa en comparación con la etapa pre test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos por ende tiende a reunirse más a la derecha de la media donde están los valores altos producto de la intervención de mantenimiento como se evidencia en la tabla 82.

Tabla 82. *Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Martín 616*

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza	Asimetría	Curtosis			
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	72	190,00	21,00	211,00	77,2361	3,62063	30,72206	943,845	1,190	,283	3,792	,559
VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	48	105,00	43,00	148,00	93,4792	3,34934	23,20491	538,468	,428	,343	,140	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Dimensión Productividad (Martín 616).

Tabla 83. *Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Martín 616*

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		37,7361	49,8750
Error estándar de la media		2,77445	2,49638
Mediana		33,0000	48,0000
Moda		30,00	31,00 ^a
Desv. Desviación		23,54199	17,29546
Varianza		554,225	299,133
Asimetría		1,967	,374
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		7,685	-,393
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		152,00	73,00
Mínimo		4,00	18,00
Máximo		156,00	91,00
Suma		2717,00	2394,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 83 se analiza la productividad del grupo de control Martín 616, reflejándose un incremento en el valor de la media en un 32.17% en comparación con la etapa pre-test, producto de la reducción de mini paros después del mantenimiento autónomo realizado por el área de mantenimiento.

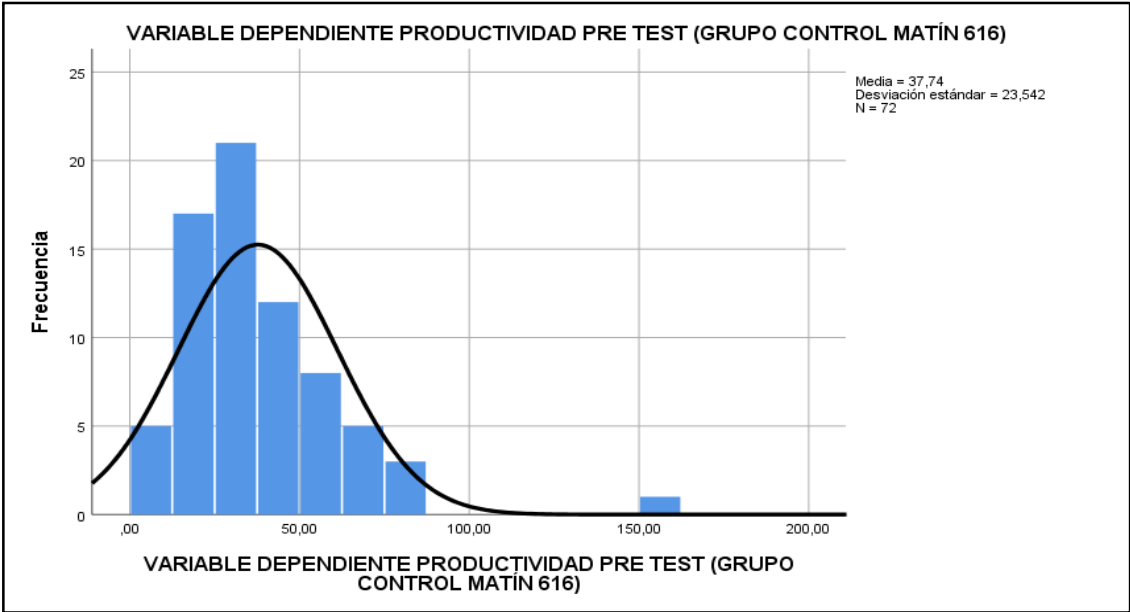


Figura 87. *Histograma Productividad Pre – Test Grupo Control Martín 616*

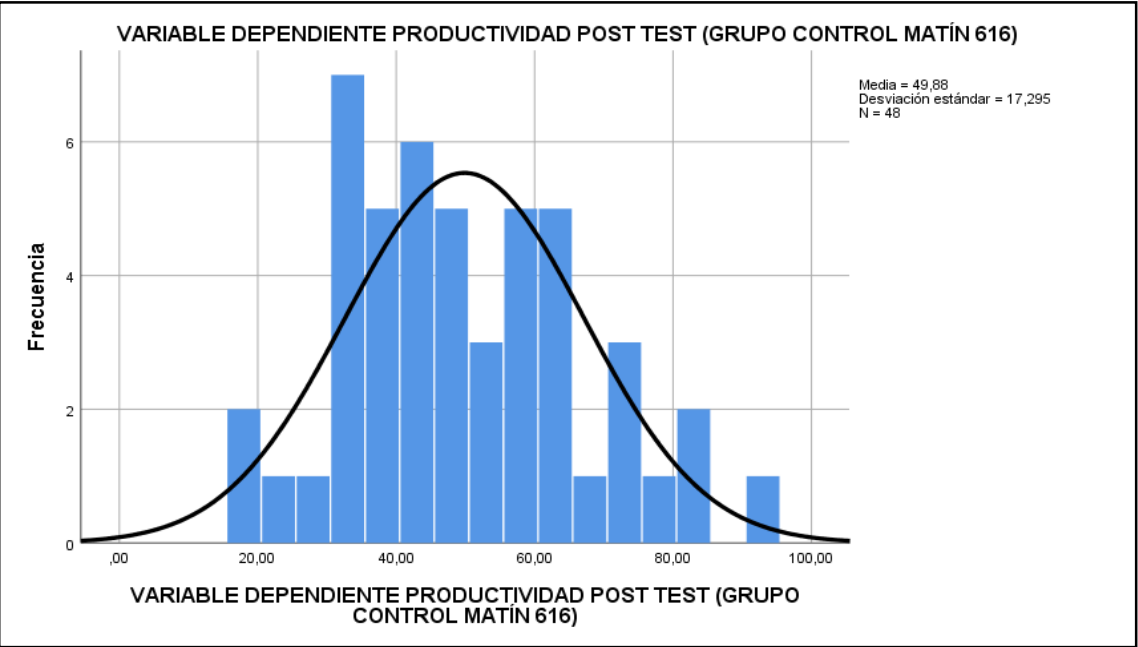


Figura 88. *Histograma Productividad Post– Test Grupo Control Martín 616*

En el análisis de los histogramas de la figura 89 y 90 se evidencia que en la etapa post-test la asimetría es negativa en comparación con la etapa pre-test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos a la derecha de la media donde están los valores altos, este resultado obtenido es producto de la intervención de mantenimiento autónomo como se evidencia en la tabla 84 ya que en este grupo no se implementó el SMED.

Tabla 84. *Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Martín 616*

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	72	152,00	4,00	156,00	37,7361	2,77445	23,54199	554,225	1,967	,283	7,685	,559
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO CONTROL MARTÍN 616)	48	73,00	18,00	91,00	49,8750	2,49638	17,29546	299,133	,374	,343	-,393	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

En resumen, después del análisis descriptivo del grupo de control de la impresora flexográfica Martín 616 el incremento en eficiencia, eficacia y productividad es por la intervención del mantenimiento autónomo, en comparación con los resultados conseguidos en el grupo experimental donde se implementó el SMED los resultados obtenidos son más favorables y a un menor costo.

Para un mejor análisis y control de variables extrañas se analizará el grupo de control de la impresora flexográfica bobst 618 donde no se realizó ninguna intervención por el área de mantenimiento y se desempeñó en el mismo escenario del grupo experimental.

Tabla 85. *Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Bobst 618*

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		51,0694	51,8750
Error estándar de la media		1,50914	1,42253
Mediana		54,0000	53,5000
Moda		54,00 ^a	48,00
Desv. Desviación		12,80551	9,85561
Varianza		163,981	97,133
Asimetría		-,920	-1,695
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		,481	5,746
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		54,00	56,00
Mínimo		16,00	10,00
Máximo		70,00	66,00
Suma		3677,00	2490,00
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 85 se analiza la eficiencia, donde se aprecia el valor de la media tanto en la etapa pre y post muy similares, una disminución en la mediana y moda, menor dispersión de datos con respecto a la media al analizar la desviación. En conclusión, la eficiencia del antes y después del grupo de control no ha tenido cambios muy sustanciales y los resultados son muy similares.

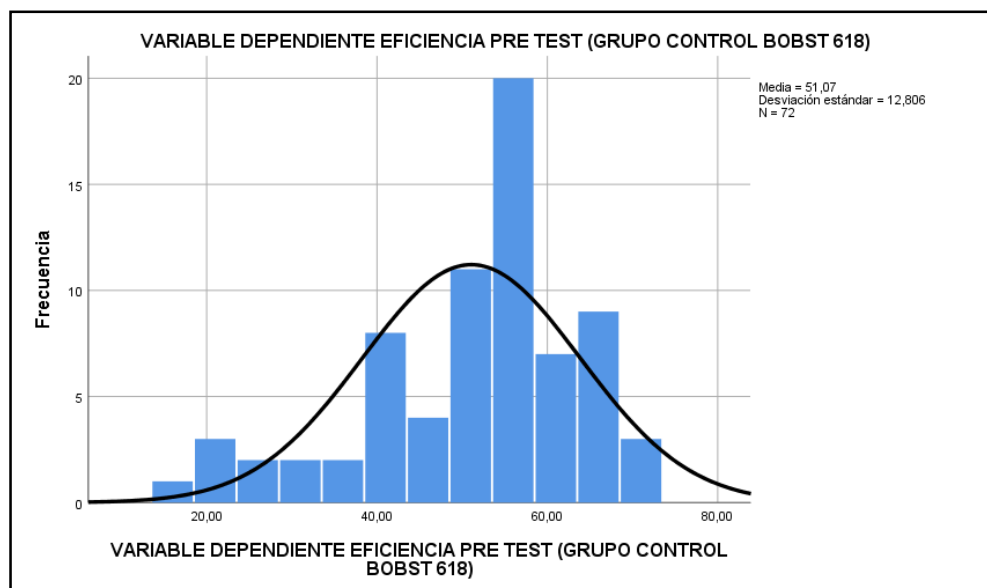


Figura 89. *Histograma Eficiencia Pre- Test Grupo Control Bobst 618*

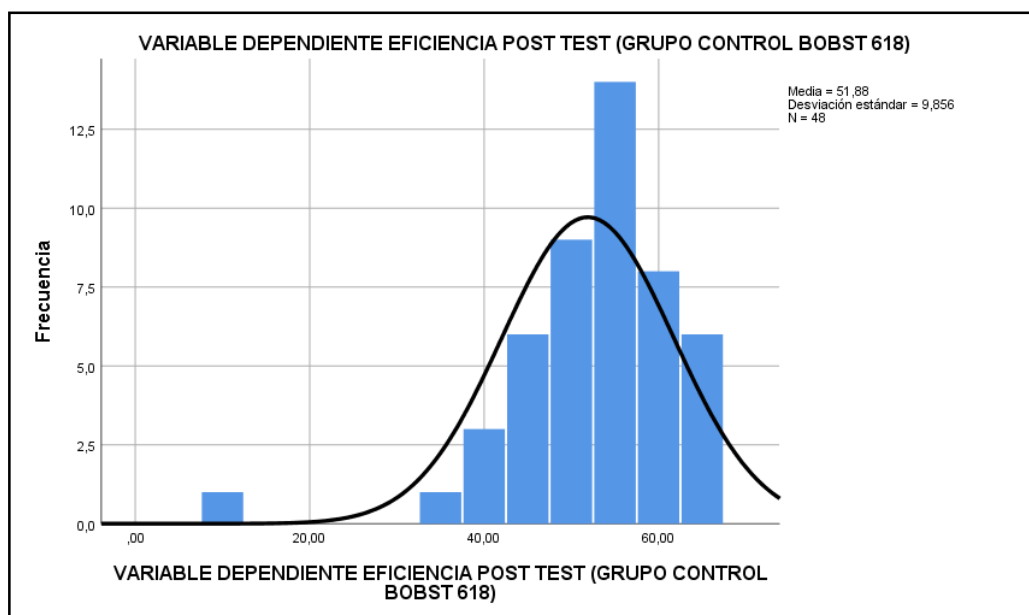


Figura 90. *Histograma Eficiencia Post- Test Grupo Control Bobst 618*

En el análisis de los histogramas de la figura 91 y 92 se evidencia que en la etapa pre-test y post-test la asimetría es muy similar con una media de (51.07 y 51.88), es decir, la distribución asimétrica se mantiene sin cambios considerables.

Tabla 86. *Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficiencia del grupo de control Bobst 618*

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza	Asimetría	Curtosis			
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)	72	54,00	16,00	70,00	51,0694	1,50914	12,80551	163,981	-,920	,283	,481	,559
VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)	48	56,00	10,00	66,00	51,8750	1,42253	9,85561	97,133	-1,695	,343	5,746	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87. *Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Bobst 618*

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		90,9722	94,0625
Error estándar de la media		3,28771	3,45262
Mediana		94,5000	92,5000
Moda		89,00 ^a	83,00 ^a
Desv. Desviación		27,89718	23,92044
Varianza		778,253	572,188
Asimetría		-,533	-,492
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		-,085	1,885
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		117,00	134,00
Mínimo		31,00	13,00
Máximo		148,00	147,00
Suma		6550,00	4515,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 87 se analiza la eficacia, donde se aprecia el valor de la media en la etapa post-test con un 3.3% de incremento en comparación con la etapa pre-test, una disminución en la mediana y moda, menor dispersión de datos con respecto a la media al analizar la desviación. En conclusión, la eficacia del antes y después del grupo de control ha tenido un ligero incremento sin cambios sustanciales como se obtuvo en el grupo experimental.

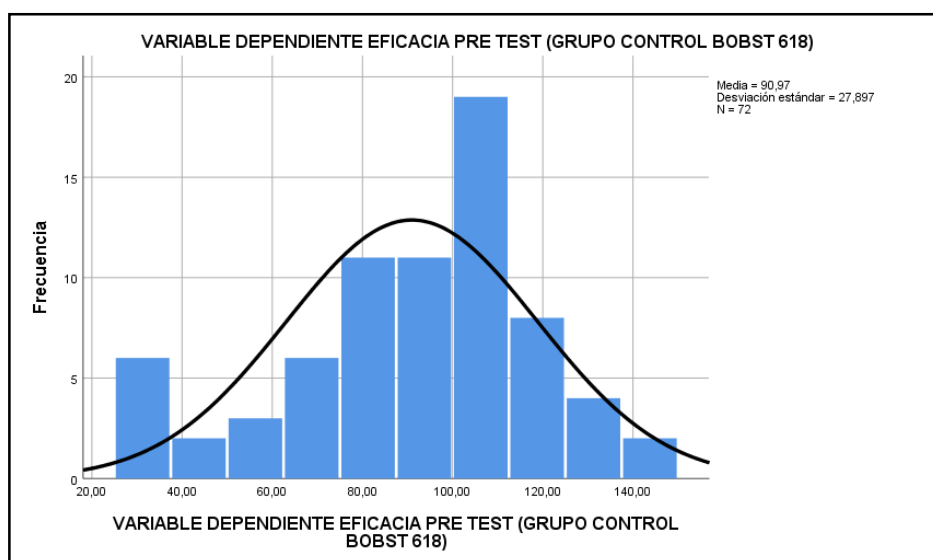


Figura 91. *Histograma Eficacia Pre – Test Grupo Control Bobst 618*

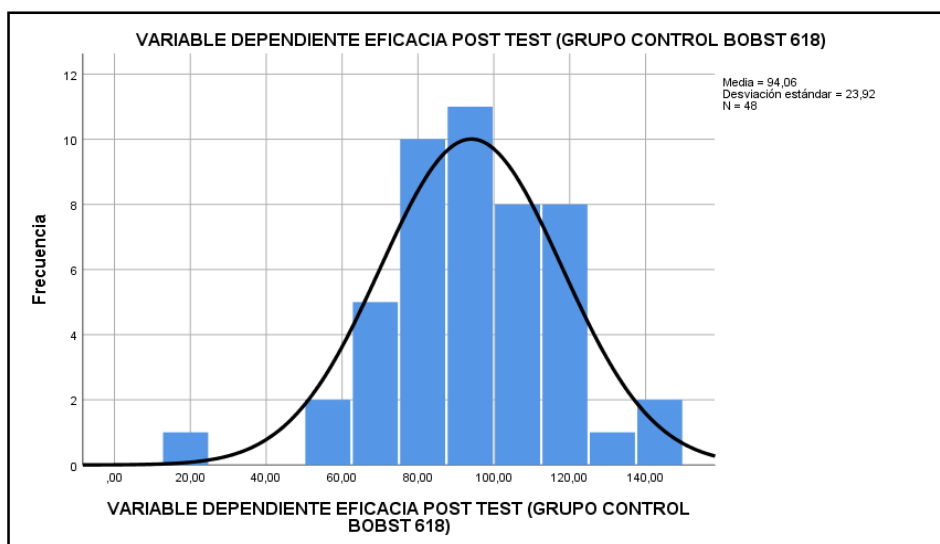


Figura 92. *Histograma Eficacia Post – Test Grupo Control Bobst 618*

En el análisis de los histogramas de la figura 93 y 94 se puede apreciar que en la etapa post-test la asimetría es ligeramente negativa en comparación con la etapa pre-test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos, ya que la media se desplazó ligeramente de un valor 90,97 a 94,06.

Tabla 88. *Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la eficacia del grupo de control Bobst 618*

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)	72	117,00	31,00	148,00	90,9722	3,28771	27,89718	778,253	-,533	,283	-,085	,559
VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO CONTROL BOBST 618)	48	134,00	13,00	147,00	94,0625	3,45262	23,92044	572,188	-,492	,343	1,885	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89. *Análisis descriptivo Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Bobst 618*

Estadísticos			
		VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO DE CONTROL BOBST 618)	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO DE CONTROL BOBST 618)
N	Válido	72	48
	Perdidos	0	24
Media		49,3750	50,6250
Error estándar de la media		2,67768	2,60840
Mediana		52,0000	50,5000
Moda		54,00 ^a	43,00 ^a
Desv. Desviación		22,72086	18,07152
Varianza		516,238	326,580
Asimetría		-,160	-,114
Error estándar de asimetría		,283	,343
Curtosis		-,389	,273
Error estándar de curtosis		,559	,674
Rango		99,00	88,00
Mínimo		5,00	1,00
Máximo		104,00	89,00
Suma		3555,00	2430,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 89 se analiza la productividad, reflejándose un ligero incremento en el valor de la media en 2.53% en comparación con la etapa pre-test, una reducción en la desviación y varianza que indican a los datos están más pegados a la media. Concluyendo que la productividad del grupo control para la imprenta flexográfica bobst 618 no ha sufrido cambios considerables y se mantiene.

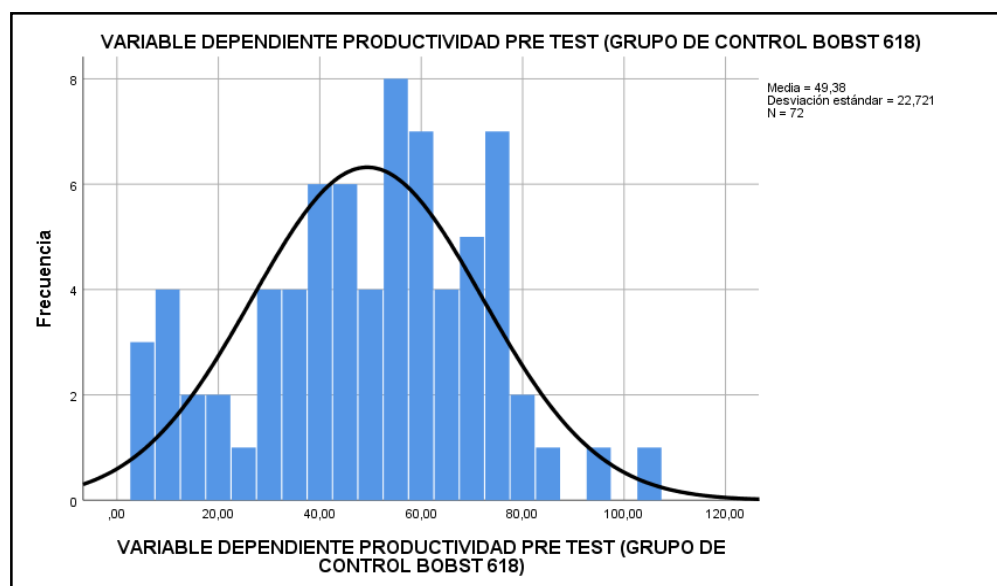


Figura 93. *Histograma Productividad Pre – Test Grupo Control Bobst 618*

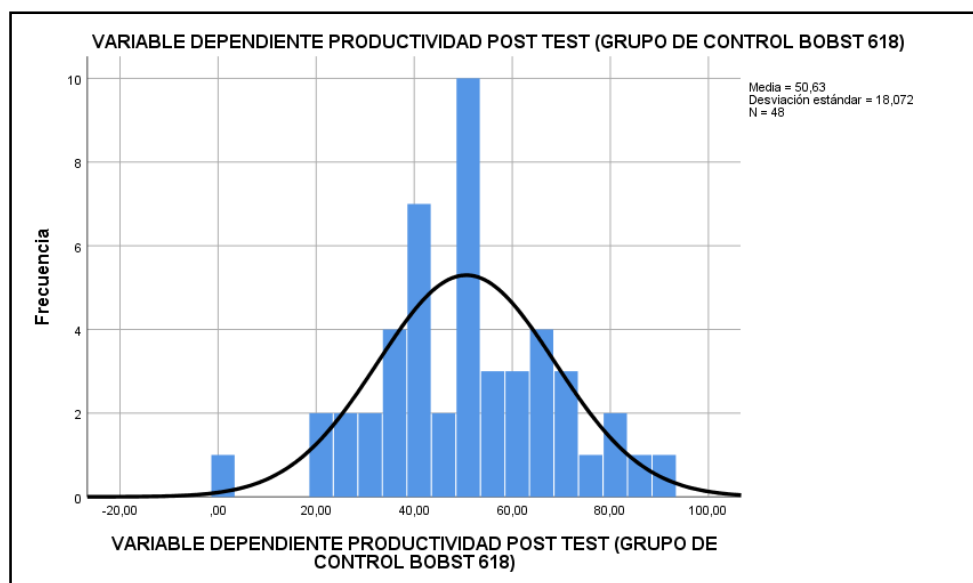


Figura 94. *Histograma Productividad Post- Test Grupo Control Bobst 618*

En el análisis de los histogramas de la figura 95 y 96 se puede apreciar que en la etapa post-test la asimetría es ligeramente negativa en comparación con la etapa pre-test, es decir la distribución tiende una cola asimétrica hacia valores positivos, ya que la media se desplazó ligeramente de un valor 49,38 a 50,63.

Tabla 90. *Comparación de los estadísticos descriptivos Pre-test y Post-test de la productividad del grupo de control Bobst 618*

Estadísticos descriptivos												
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Error	Desv. Desviación	Varianza	Asimetría	Desv. Error	Curtosis	Desv. Error
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico		Estadístico	Estadístico	Estadístico		Estadístico	
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO DE CONTROL BOBST 618)	72	99,00	5,00	104,00	49,3750	2,67768	22,72086	516,238	-,160	,283	-,389	,559
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO DE CONTROL BOBST 618)	48	88,00	1,00	89,00	50,6250	2,60840	18,07152	326,580	-,114	,343	,273	,674
N válido (por lista)	48											

Fuente: **Elaboración propia**

La conclusión general del análisis descriptivo para el grupo control de la imprenta bobst 618 en la eficiencia, eficacia y productividad tanto para la etapa pre y post es muy similar manteniéndose en los mismos resultados.

4.4 Análisis inferencial de la variable dependiente.

Productividad.

Para el análisis inferencial se analizará al grupo experimental, la variable dependiente (productividad), para hacer un cotejo de las medias, primeramente, se efectuará la prueba de normalidad para verificar si son paramétricos o no paramétricos, luego se determina la conducta de la serie de datos, si es \leq a 30 se utilizará Shapiro Wilk y si es $>$ a 30 se utilizará Kolmogorov Smirnov, para determinar el estadígrafo de contrastación de hipótesis si los datos son paramétricos se usará T-Student y si no son paramétricos se usará Welcoxon.

Regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos examinados tienen un comportamiento no paramétrico.
- Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos examinados tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 91. *Tabla decisión de datos paramétricos y no paramétricos*

ANÁLISIS DATOS (PRE - TEST)	ANÁLISIS DATOS (POST - TEST)	REGLA DE DECISIÓN	ESTADÍGRAFO
PARAMÉTRICOS	PARAMÉTRICOS	PARAMÉTRICOS	T STUDENT
PARAMÉTRICOS	NO PARAMÉTRICOS	NO PARAMÉTRICOS	WELCOXON
NO PARAMÉTRICOS	PARAMÉTRICOS	NO PARAMÉTRICOS	WELCOXON
NO PARAMÉTRICOS	NO PARAMÉTRICOS	NO PARAMÉTRICOS	WELCOXON

Fuente: Elaboración propia

Contrastación de la Hipótesis General.

Siendo

H_a : La implementación del SMED incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

Se prosigue a contrastar la Hipótesis General Nula.

H_0 : La implementación del SMED no incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

Para contrastar la H_0 tenemos que definir que estadígrafo vamos a utilizar por lo que primero verificamos la normalidad, como la serie tiene 72 datos, se procederá con Kolmogorov Smirnov.

Tabla 92. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la productividad

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)
N		72	48
Parámetros normales ^{a,b}	Media	40,1944	61,3542
	Desv. Desviación	20,72668	19,97497
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,083	,087
	Positivo	,083	,087
	Negativo	-,038	-,056
Estadístico de prueba		,083	,087
Sig. asintótica(bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}
a. La distribución de prueba es normal. b. Se calcula a partir de datos. c. Corrección de significación de Lilliefors. d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 92 se puede ver que la significancia asintótica de los datos pre y post son 0.200 esto es mayor a 0.05 es decir los datos analizados son paramétricos por tanto utilizaremos un estadígrafo paramétrico para contrastar se usará (T-student).

Ho: La implementación del SMED no incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

$$H_0 = \rho_a \geq \rho_d$$

Tabla 93. *Comparación de medias de productividad Pre-test y Post-test con T-Student*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	41,6458	48	20,85562	3,01025
	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	61,3542	48	19,97497	2,88314

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 93 se aprecia que la productividad antes es 41.6458 y la productividad después es 613542, por ende, no se cumple la Hipótesis General Nula, en tal razón se rechaza la H_0 y se acepta la Hipótesis General de investigación.

A fin de verificar lo dicho, se procede con la contratación de la significancia del análisis.

Tabla 94. *Prueba T-Student de la productividad para contrastación de significancia*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL) - VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	-19,70833	28,19081	4,06899	-27,89409	-11,52258	-4,844	47	,000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 94 se verifica que la significancia es igual a 0.00 se rechaza la hipótesis general nula y de acepta la hipótesis general de investigación concluyendo que la aplicación del SMED incrementa la productividad de la línea flexográfica Martín 618.

Eficiencia.

Contrastación de la Hipótesis Específica I.

Siendo

H_i: La implementación del SMED incrementa la eficiencia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

Se prosigue a contrastar la Hipótesis Específica nula.

H₀: La implementación del SMED no incrementa la eficiencia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

Para contrastar la H₀ tenemos que definir que estadígrafo vamos a utilizar por lo que primero verificamos la normalidad, como la serie tiene 72 datos, se procederá con Kolmogorov Smirnov.

Tabla 95. *Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la eficiencia*

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)
N		72	48
Parámetros normales ^{a,b}	Media	45,2361	55,7292
	Desv. Desviación	11,54964	8,78039
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,083	,116
	Positivo	,057	,081
	Negativo	-,083	-,116
Estadístico de prueba		,083	,116
Sig. asintótica(bilateral)		,200 ^{c,d}	,104 ^c
a. La distribución de prueba es normal.			
b. Se calcula a partir de datos.			
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			

Fuente: **Elaboración propia**

En la tabla 95 se puede ver que la significancia asintótica de los datos pre de la eficiencia es 0.200 y post-test 0.104 estos datos son mayores a 0.05 es decir los datos analizados son paramétricos por tanto utilizaremos para la contrastación T-student.

Ho: La implementación del SMED no incrementa la eficiencia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

$$H_0 = \rho_I \geq \rho_d$$

Tabla 96. Comparación de medias de eficiencia Pre-test y Post-test con T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	47,0625	48	11,10761	1,60325
	VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	55,7292	48	8,78039	1,26734

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 96 se aprecia que la eficiencia antes es 47,0625 y la eficiencia después es 55,7292 por tanto, no se cumple la Hipótesis Especifica Nula, en tal razón se rechaza la H_0 y se acepta la Hipótesis Especifica I de investigación.

A fin de verificar lo dicho, se procede con la contrastación de la significancia del análisis.

Tabla 97. Prueba T-Student de la productividad para contrastación de significancia

Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas						
			Desv.	Desv. Error	95% de intervalo de confianza de la diferencia			
		Media	Desviación	promedio	Inferior	Superior	t	gl
								Sig. (bilateral)
Par 1	VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL) - VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	-8,66667	13,11380	1,89281	-12,47452	-4,85882	-4,579	47
								,000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 97 se verifica que la significancia es igual a 0.00 se rechaza la hipótesis específica nula y se acepta la hipótesis específica I de investigación, concluyendo

que la aplicación del SMED incrementa la eficiencia de la línea flexográfica Martín 618.

Eficacia.

Contrastación de la Hipótesis Especifica II.

Siendo

H_{II} : La implementación del SMED incrementa la eficacia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

Se prosigue a contrastar es la Hipótesis Especifica nula.

H_0 : La implementación del SMED no incrementa la eficacia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

Para contrastar la H_0 tenemos que definir que estadígrafo vamos a utilizar por lo que primero verificamos la normalidad, como la serie tiene 72 datos, se procederá con Kolmogorov Smirnov.

Tabla 98. *Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la eficacia*

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)
N		72	48
Parámetros normales ^{a,b}	Media	83,5139	107,5417
	Desv. Desviación	27,42210	21,58798
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,073	,077
	Positivo	,064	,077
	Negativo	-,073	-,052
Estadístico de prueba		,073	,077
Sig. asintótica(bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}
a. La distribución de prueba es normal.			
b. Se calcula a partir de datos.			
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 98 se aprecia que la significancia asintótica de los datos pre y post test de la eficacia es 0.200 estos datos son mayores a 0.05 es decir los datos analizados son paramétricos por tanto utilizaremos para la contrastación T-student.

Ho: La implementación del SMED no incrementa la eficacia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020.

$$H_0 = \rho_{II} \geq \rho_d$$

Tabla 99. Comparación de medias de eficacia Pre-test y Post-test con T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	84,0417	48	26,17369	3,77785
	VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	107,5417	48	21,58798	3,11596

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 99 se aprecia que la eficacia antes es 84,0417 y la eficacia después es 107,5417 por tanto, no se cumple la Hipótesis Específica Nula, en tal razón se rechaza la H_0 y se acepta la Hipótesis Específica II de investigación.

A fin de verificar lo dicho, se procede con la contrastación de la significancia del análisis.

Tabla 100. Prueba T-Student de la eficacia para contrastación de significancia

Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas						
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl
					Inferior	Superior		Sig. (bilateral)
Par 1	VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA PRE TEST (GRUPO EXPERIMENTAL) - VARIABLE DEPENDIENTE EFICACIA POST TEST (GRUPO EXPERIMENTAL)	-23,50000	34,75140	5,01593	-33,59075	-13,40925	-4,685	47
								,000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 100 se verifica que la significancia es igual a 0.00 se rechaza la hipótesis específica nula y se acepta la hipótesis específica II de investigación, concluyendo que la aplicación del SMED incrementa la eficacia de la línea flexográfica Martín 618.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se ha evidenciado que la implementación del SMED incrementa la productividad de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020, obteniendo cambios significativos para la empresa con el propósito de alcanzar una mejora en la productividad, eficiencia y eficacia del área en estudio, asimismo los resultados se han constatado con los estudios mencionados en el marco teórico, las cuales incluyen a Ramos (2018), Iriarte (2017), Antosz y Pacana (2018) , Maalouf y Zaduminska (2019).

En relación a la hipótesis general, tal como se muestra en la tabla N° 92, los resultados del análisis descriptivo, se puede apreciar una variabilidad de mejora de la productividad del antes y después con una media que representa el 40.19 (Pre test) a un incremento de 61.35 (Post-test), representando un ascenso porcentual de 52.65%, en la línea flexográfica Martín 618. Esto confirma que la implementación de la técnica SMED incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020. Igualmente, el resultado del análisis inferencial de la tabla N° 94, se puede constatar la hipótesis general mediante la prueba de T-Student, aplicada a la productividad con una significancia del antes y después de 0.000, que es menor a 0.05; por ende, se puede consolidar que la implementación del SMED incrementa la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020. Estos resultados coinciden con el estudio de Ramos, *“Implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa Ychiformas S.A., La Victoria, 2018”* donde demuestra una evaluación Pre- Test de la productividad con un promedio de 0.72 aplicando la técnica SMED se incrementa a 0.91 Post – Test en promedio, concluyendo que la aplicación de la técnica SMED mejora la productividad en un 26.39%. Asimismo, todo lo mencionado concuerda con el estudio de (Skotnicka, Wolniak y Gębalska, 2018). Al reducir el tiempo de cambio se puede aprovechar en aumentar la producción del área y poder fabricar un número mayor de piezas en un menor tiempo, es decir que podemos mejorar la disponibilidad de máquina, lo cual permite reducir costos en la producción y mejora el rendimiento de la máquina como la eficiencia del proceso productivo.

Con respecto de la hipótesis específica I los resultados obtenidos del análisis descriptivo de la tabla N° 95, se evidencia una variabilidad de mejora de la eficiencia del antes y después con una media de 45.23 (Pre-test) a un aumento de 55.72 (Post-test), representando una mejora de 23.19%. Esto representa que la implementación del SMED incrementa la eficiencia de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020. Del mismo modo, el resultado del análisis inferencial de la tabla N° 97, se puede contrastar la hipótesis específica I mediante la prueba de T-Student, aplicada a nuestra dimensión eficiencia con una significancia de antes y después de 0.00, menor que 0.05, aceptando la hipótesis específica I, confirmando que la implementación del SMED incrementa la eficiencia de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020. Estos resultados concuerdan con la investigación de Iriarte, *“Aplicación del SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la impresora flexográfica en la empresa POLYBAGS PERÚ S.R.L., S.J.L. – 2017”*, donde demuestra que una buena gestión del SMED incrementa significativamente la eficiencia de una impresora flexográfica en la empresa Polybags Perú conforme se puede evidenciar en el cuadro N° 14 pagina 72 de su estudio, se determina una eficiencia en la etapa Pre – Test de 1.2316 y después de aplicar la técnica SMED la eficiencia es de 1.3603, por lo que se concluye en un incremento del 12.87%. (Antosz y Pacana 2018), en su artículo científico titulado *“Comparaty Analysis of the Implementation of the SMED Method on Selected Production Stands”* manifiesta que el uso del SMED ayuda a optimizar los procesos e incrementar la eficiencia de producción en un 32.4%. En conclusión, todo lo indicado concuerda con Hernández & Vizán (2013), en su libro *“Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación”*, donde asevera que el SMED incrementa la eficiencia a partir de los nuevos métodos de cambio de formatos reduciendo principalmente los defectos y las necesidades de inspección, además con cambios rápidos se puede aumentar la disponibilidad de la máquina, asimismo si las máquinas se encuentran a plena capacidad, una opción para incrementarla sin comprar máquinas nuevas, es reducir sus tiempos de cambios y preparaciones asiendo la maquina más versátil y fabricar un mayor número de pedidos.

Finalmente, con respecto de la hipótesis específica II los resultados del análisis descriptivo de la tabla N° 98, se evidencia una variabilidad de mejora en la eficacia del antes y después con una media de 83.51 (Pre-test) a un aumento de 107.54 (Post-test), con una mejora de 28.77%. Esto significa que la implementación del SMED incrementa la eficacia de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020. Asimismo, el resultado del análisis inferencial de la tabla N° 100, se puede contrastar la hipótesis específica II mediante la prueba de T-Student la cual demuestra el valor de la significancia aplicada a nuestra dimensión eficacia antes y después es de 0.00, siendo menor a 0.05, aceptando la hipótesis específica II, confirmando que la implementación del SMED incrementa la eficacia de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020. Estos resultados coinciden con el estudio de Ramos, *“Implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa Ychiformas S.A., La Victoria, 2018”* donde demuestra una evaluación Pre-Test de la eficacia con un promedio de 0.79 aplicando la técnica SMED se incrementa a 0.95 Post-Test en promedio, concluyendo que la aplicación de la técnica SMED incrementa la eficacia en un 20.25%. Por otro lado Iriarte, en su estudio *“Aplicación del SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la impresora flexográfica en la empresa POLYBAGS PERÚ S.R.L., S.J.L. – 2017”*, demuestra que una buena gestión del SMED incrementa significativamente la eficacia de una impresora flexográfica en la empresa Polybags Perú conforme se puede evidenciar en el cuadro N° 15 página 74 de su estudio, se determina una eficacia en la etapa Pre-Test de 0.7561 y después de aplicar la técnica SMED la eficacia es de 0.8486, por lo que se concluye en un incremento del 9.25%. Finalmente, todo lo mencionado concuerda con Hernández & Vizán (2013), en su libro *“Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación”*, donde menciona que el SMED incrementa la eficacia mediante la reducción en los tiempos de cambios (SETUP), afirmando que cuando los tiempos de cambios son altos los lotes de producción son grandes, por tanto, la inversión en inventarios es elevado, sin embargo, cuando el tiempo de cambio es pequeño se puede reducir diariamente los inventarios, se reduce el tiempo de atención al cliente y se produce una mayor variedad de pedidos para atender una mayor demanda de mercado.

En mención a la variable independiente la técnica SMED y sus dimensiones tiempo de cambio y utilización de máquina, según el análisis descriptivo de la dimensión tiempo de cambio de la tabla N° 69 se puede apreciar una variabilidad con respecto a la media de los datos Pre-Test 1.93 y los datos Post-Test 1.67 representando una reducción en el tiempo de cambio del 13% cuantificado para los tres meses de estudio en 61.43 horas representados en la tabla N° 67 concluyendo que la aplicación del SMED disminuye el tiempo de cambio de formato SETUP de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020; En el análisis descriptivo de la dimensión utilización de máquina representados en la tabla 71 se aprecia una variabilidad en la media de los datos Pre-Test 36.000 a 66.812 en los datos Post-Test concluyendo que la aplicación del SMED incrementa la Disponibilidad de la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020. Estos resultados coinciden con el estudio de Maalouf y Zaduminska (2019) en su artículo científico titulado “*A case study of VSM and SMED in the food processing industry*” donde aplicando el SMED se logra reducir en un 34% los tiempos de cambios logrando sus objetivos de producción en un tiempo de 8 horas lo que anteriormente lo realizaba en 10 horas.

VI. CONCLUSIONES

En concordancia a los resultados conseguidos durante el desarrollo de la investigación se puede precisar las siguientes conclusiones:

1.- Se puede concluir que la implementación del SMED incrementó la productividad en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020, puesto que al realizar el análisis estadístico de la hipótesis general se obtuvo una media o promedio de 40.19 (Pre - test) a un incremento de 61.34 (Post - test), con una mejora del 52.65% en la productividad de la línea flexográfica Martín 618 en comparación de la productividad antes y después de implementar el SMED, con esto se afirma el logro de los objetivos expuestos en la realidad problemática ya que se logró incrementar la productividad en la etapa post – test a un 61.34% en promedio.

2.- Por consiguiente, también se concluye que la implementación del SMED incrementó la eficiencia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020, puesto que al analizar la hipótesis específica N°01, se obtuvo como resultado una eficiencia del antes y después con una media o promedio de 45.23 (Pre - test) a un aumento de 55.72 (Post - test), representando un incremento de 23.14% en comparación de la eficiencia antes y después de implementar el SMED.

3.- Finalmente se concluye que la implementación del SMED incrementó la eficacia en la línea flexográfica Martín 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2020, ya que, al realizar el análisis de la hipótesis específica N°02 se obtuvo una mejora de la eficacia del antes y después con una media de 83.51 (Pre - test) a un aumento de 107.54 (Post - test), representando un incremento de 28.77% en la eficacia al comparar el antes y después de la implementación.

VII. RECOMENDACIONES

La utilización de la herramienta SMED, la cual forma parte del Lean Manufacturing, demostró que acrecienta de manera sustancial la productividad lográndose excelentes resultados después del análisis de las dimensiones eficacia y eficiencia respectivamente por ende se recomienda a la Gerencia de la empresa en estudio lo siguiente:

Se recomienda para la línea flexográfica Martín 618, seguir aplicando la herramienta SMED en los cambios de formatos para cada o/t producidas, además de implementarlo en el segundo y tercer turnos de la línea para acrecentar más la productividad; Asignar un personal a cargo del control de indicadores OEE para que la mejora sea sostenible en el tiempo.

Replicar la técnica SMED para todas sus líneas flexográficas como son el grupo de control (Martín 616 y Bobst 618), ya que los procesos de impresión flexográficas son iguales en todas las máquinas, asegurando la mejora continua de los procesos, con el objetivo de acrecentar más la productividad del área, reducir mermas, reprocesos, almacenamiento y productos defectuosos, además de involucrar a las demás áreas que forman parte de la cadena productiva, operacional y organizacional.

La aplicación del SMED demostró un incremento sustancial en la productividad de la imprenta flexográfica Martín 618 siendo más favorable que un mantenimiento autónomo implementado en la imprenta flexográfica Martín 616 y a un menor costo, por ende, se recomienda a gerencia incorporar un área de mejora continua para un mejor seguimiento y control de los procesos, además de la implementación otras herramientas Lean Manufacturing tales como 5s, TPM, Kaizen, Just in time, Six sigma, VSM (Value Stream Mapping), Poka –Yoke, etcétera para el área de conversión de cajas, el área de corrugadora como cliente interno y al área de logística.

Se recomienda incorporar como parte del incentivo sodexo, los tiempos de cambio y cantidad de cambios de formato (setup) realizados por turno, con la finalidad de mantener al personal motivado e involucrado en los procesos productivos y siempre dispuestos a asumir retos participando en procesos de mejora continua.

REFERENCIAS

- ABREU, José Luis. 2012. Constructs, Variables, Dimensions, Indicators & Consistency. Publicado por la *Revista Internacional de Buena Conciencia*. 7 (3) 123-130. Noviembre 2012. ISSN 1870-557X. México [130] pp.
- ANTOSZ, Kataryzna y PACANA, Andrzej. Comparative Analysis of the Implementation of the SMED Method on Selected Production Stands. *Tehnički vjesnik* [en línea]. Setiembre 2018, vol. 25, n.º 2 [22 abril 2020]. Disponible en: <https://hrcak.srce.hr/205920>, DOI: <https://doi.org/10.17559/TV-20160411095705>
- BAENA Paz, Guillermina. 2017. Metodología de la Investigación [en línea]. 3ª edición ebook 2017. Grupo Editorial Patria, S.A: de C.V. ISBN ebook: 978-607-744-748-1. (Impreso en México). 2017 [141] pp.
- Bhade, Suveg y Hegde, Sriharsha, Improvement of overall equipment efficiency of machine by SMED. Materialstoday: Proceedings [En línea]. Mayo 2020, Vol. 24, part. n.º 2, pag. 463-472 [21 julio 2020]. ISSN: 22147853, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.298>
- BERNAL Torres, César A. Metodología de la Investigación [en línea]. 3ª edición. Colombia: Pearson Educación, 2010 [consulta: 07 mayo 2020]. ISBN: 9789586991285 (versión impresa), ISBN: 9789586991292 (versión electrónica).
- Bożena Skotnicka-Zasadzień, Radosław Wolniak y Anna Gębalska-Kwiecień, Improving the efficiency of the production process using SMED. MATEC Web conf. [En línea]. Julio 2018, Vol. 183, n.º 01002 [31 Julio 2020]. Disponible en: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/42/mateconf_qpi2018_01002/mateconf_qpi2018_01002.html, DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818301002>
- CRUELLES, José. Ingeniería Industrial. Métodos De Trabajo, Tiempos Y Su Aplicación A La Planificación Y A La Mejora Continua. 1a. ed. España: Editorial Alfaomega, 2013. 832 p. ISBN: 9786077076513.

DEL VIGO García, Inmaculada y VILLANUEVA Castillón, José. 2009. Reducción de tiempos de fabricación con el sistema SMED. *Técnica Industrial* 279 enero-febrero 2009 [Austrias]. [40] pp.

DÍAZ-REZA, J.R., et al, 2016. The Effect of SMED on Benefits Gained in Maquiladora Industry. *Sustainability*, vol. 8, n°. 12, pp. 1237 ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.3390/su8121237>.

ENE YALÇIN, Seval, et al. Çelik Boru İmalatında Hazırlık Sürelerine Yönelik Yalın Üretim Ve Smed Çalışması. *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers)*. [En línea]. Abril 2020, vol. 31, n° 1, pp. 87-104 [12 agosto 2020], disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=142960988&lang=es&site=ehost-live>, ISSN: 1300-3410.

FAVELA HERRERA, Marie, et al. Herramientas de manufactura esbelta que indiquen en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*. [En línea]. 2019, vol. 16, n.º 1, pp.115-133 [21 abril 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492019000100115&script=sci_abstract&lng=es, ISSN: 1794-4449, DOI: <http://dx.doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>.

FLORES Palma, Edwin y VILLARREAL Limones, Verónica. 2017. Plan de mejora mediante SMED en los setup times de una máquina flexográfica. (Tesis) para obtener el título de: INGENIERO EN SISTEMAS DE CALIDAD Y EMPRENDIMIENTO Guayaquil, Ecuador 2017. pág.145.

FUENTES Morales, María Concepción, et al. SMED: Técnica de Manufactura Con Gran Impacto En La Reducción de Costos. *Cultura Científica y Tecnológica*, vol. 12, n°. 55, enero-abril 2015, pp. 31–39 [22 julio 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=117276685&lang=es&site=ehost-live>.

GUTIÉRREZ Pulido, Humberto. 2010. Calidad Total y Productividad 3ª edición DERECHOS RESERVADOS © 2010, 2005, 2001 respecto a la tercera edición por MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México. ISBN: 9786071503152. 2010. [363] pp.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BATISTA Lucio, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. 6ª edición DERECHOS RESERVADOS © 2014, respecto a la sexta edición por MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. (C.P. 01376, México D.F). ISBN: 9781456223960. 2014. 600 pp.

HERNANDEZ MATÍAS, Juan C. y VIZÁN IDOLPE, Antonio, Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. [En línea]. Madrid: Escuela de organización industrial, 2013 [consulta: 22 mayo 2020]. Capítulo 2. Técnicas Lean. Disponible en: <http://lib.cqvip.com/Qikan/Article/Detail?id=669474512>, ISBN: 9788415061403.

HUANG, Re, XUE, Ru y TANG, Jian-jian. Research of Improving Pharmaceutical Enterprises Production Based on Single Minute Exchange of Die (SMED). *Value Engineering*. [En línea]. 2016, vol. 35, n.º 21, pp.213-215. [25 abril 2020]. Disponible en: <http://lib.cqvip.com/Qikan/Article/Detail?id=669474512>, ISSN: 1006-4311.

IRIARTE Gutarra, Jhosue. 2017. Aplicación del SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la impresora flexográfica en la empresa POLYBAGS PERÚ S.R.L., S.J.L. – 2017. (Tesis) para obtener el título profesional de: INGENIERO INDUSTRIAL Lima, Perú 2017.pág. 125.

Ley n.º 30806. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 05 julio 2018. Ley Marco que modifica a la ley 28303. *Ley del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica* (CONCYTEC).

Lozano, J., et al. Methodology to improve machine changeover prefomance on food industry baser on SMED. *International journal of advanced manufacturing technology*. [En línea]. Junio 2017, Vol. 90, nº 9-12, pp. 3607-3618 [23 mayo 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=123022893&lang=es&site=ehost-live>, DOI: 10.1007/s00170-016-9686-x

MAALOUF, Malek y ZADUMINSKA, Magdalena. A Case Study of VSM and SMED in the Food Processing Industry. *Management and Production Engineering Review* [En línea]. Junio 2019, vol. 10, nº 2 [13 mayo 2020]. Disponible en: <https://vbn.aau.dk/en/publications/a-case-study-of-vsm-and-smed-in-the-food-processing-industry> , DOI: <https://doi.org/10.24425/mper.2019.129569>.

MADARIAGA, Francisco. Lean Manufacturing: Exposición Adaptada a la Fabricación Repetitiva de Familias de Productos Mediante Procesos Discretos. Madrid: Editorial Bubok Publishing, 2013. 260 p. ISBN: 9788468628141.

MEDIANERO, David. Productividad Total: Teoría y Métodos de Medición. Lima: Empresa Editora Macro E.I.R.L., 2016. 294 p. ISBN: 9786123044152.

MUKESH, Desai y RAWANI, A. Productivity improvement of shaping division of an automobile industry by using single minute exchange of die (SMED) methodology. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. [En línea]. Abril 2017, vol. 12, n° 8 [06 mayo 2020]. Disponible en: http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2017/jeas_0417_5949.pdf , ISSN: 1819-6608.

PANTOJA Agreda, Fernando Ulpiano y CASTRILLÓN Humberto, Jorge. 2017. Aplicación de la técnica SMED en el procedimiento de cambio de tintas de la referencia bolsa kraff colanta entera 3C a bolsa kraff amtex tannus 2C. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Medellín, Colombia. Publicado en: *Revista Publicaciones e Investigación. Bogotá - Colombia, Vol. 11 Número 1: 113-124, enero-julio 2017* ISSN: 1900 - 6608 e 2539 – 4088 [124] pp.

QUESADA, María. Fernández, Sergio. Entorno lean en la gestión de producción y operaciones. Un enfoque práctico 1a. ed. Colombia: Politécnico Grancolombiano, 2014. 119 p. ISBN: 9789589090404.

RAJADELL Carreras, Manuel y SÁNCHEZ García, José Luis. 2010. LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad [en línea]. MADRID: Ediciones Díaz de Santo [consulta: 20 mayo 2020]. ISBN: 9788479789671 (Versión papel) ISBN: 9788479785154 (Versión electrónica).

RAMOS Mallma, Alexander. 2018. Implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa YCHIFORMAS S.A., LA VICTORIA, 2018. (Tesis) para obtener el título profesional de: INGENIERO INDUSTRIAL lima, Perú 2018. pág.190.

REVISTA Médica Clínica Las Condes [en línea], Biostatistics applied in clinical research: basic concepts, publicado por EM, Magdalena Castro. 2018. Bajo la

licencia CC BY-NC-ND <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.
Volumen 30, publicado enero–febrero 2019, paginas 50-65. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.12.002>

SHINGO Shigeo. 1993. Una Revolución en la Producción el Sistema SMED. 3ª edición. Traducción en español: Tecnoareonáutica S.A. / Antonia Cuesta Álvarez. ISBN: 84-87022-02-2. Imprime: Centro Reprográfico Neptuno (Marqués de Cubas. 18 – 28014 MADRID). 1993 [399] pp.

SIFUENTES Samatelo, Ana Lucía. 2017. Mejora de la productividad en una empresa de empaques flexibles aplicando la herramienta Single Minute Exchange of Die (SMED). (Tesis) para optar el Título Profesional de: INGENIERO INDUSTRIAL lima, Perú 2017. pág. 100.

SILVA, Alfredo y SALAS, Rosa. Application of Lean Techniques to Reduce Preparation Times: Case Study of a Peruvian Plastic Company. *International Journal of Applied Engineering Research* [en línea]. Noviembre 2017, vol. 12, n° 23 [13 mayo 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/622530>, ISSN: 0973-4562.

Singh, J., Singh, H. y Singh, I. (2018), SMED for quick changeover in manufacturing industry – a case study, *Benchmarking: An International Journal* [En línea]. Octubre 2018, vol. 25, n° 7, págs. 2065-2088, [25 junio 2020]. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2017-0122>

SOUSA, E. [et al.]. (2018), Applying SMED methodology in cork stoppers production. Publicado por Elsevier BV Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>). Portugal [622] pp.

STUGLIK, Joanna, GRÓDEK-SZOSTAK, Zofia y KAJRUNAJTYS, Danuta. The use of the SMED method in improvement of production enterprises. *E3S Web Conf.* [En línea]. Noviembre 2019, vol. 132, n.º 01022 [22 abril 2020]. Disponible en: https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/58/e3sconf_polsita2019_01022/e3sconf_polsita2019_01022.html, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913201022>.

Sugarindra, M., Ikhwan, M. y Suryoputro, M. R., Single minute Exchange of dies as the solution on setup processes optimization by decreasing changeover time, a case study in automotive part industry. Annual Conference on industrial and System Engineering. [En línea]. Abril 2019, Vol. 598, n° 012026, [21 julio 2020]. DOI: 10.1088/1757-899X/598/1/012026.

TAMÁS, Péter. Application of a Simulation Investigational Method for Efficiency Improvement of Smed Method. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, vol. 15, n°. 2, abril 2017, pp. 23-30. EBSCOhost, search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=124548559&lang=es&site=ehost-live, ISSN: 1583-7904.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago (2002). Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 1ra. Ed. Lima Editorial San Marcos E.I.R.L, ISBN: 9786123028787. Lima – Perú. 2002 .469 pp.

VILLAVICENCO Caparó, Ebingen et al. How to propose the variables of an investigation: Operationalization of the variables. Publicado por la Revista *OACTIVA UC Cuenca*. [En línea] Vol. 4, No. 1, pp. 9-14, enero-abril, **2019**. ISSN 24778915. ISSN Versión electrónica: 2588-0624. Universidad Católica de Cuenca. México [14] pp.

VILLASEÑOR, Alberto. Manual De Lean Manufacturing. Guía Básica. 2a. ed. México: Editorial Limusa, 2009. 112 p. ISBN: 978-607-500-0428.

Wang, SS., Chiou, CC. y Loung, HT. Application of SMED methodology and scheduling in high-mix low volumen production model to reduce setup time: A case of S company. Annual Conference on Industrial and System Engineering. [En línea]. Abril 2019, Vol. 598, n° 012058, [21 julio 2020]. DOI:10.1088/1757-899X/598/1/012058.

YUNI, José Alberto y URBANO, Claudio Ariel. 2014. Técnicas para Investigar. Recursos Metodológicos para la preparación de Proyectos de Investigación. 1a ed. Volumen 2 - Córdoba: Editorial Brujas. E-Book. ISBN 9789875915480. Argentina. 2014. 114 pp.

ANEXOS.

ANEXO 3

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
SMED	(Radajell, 2010), la técnica SMED permite reducir el tiempo de cambio (SETUP), cuando hablamos de tiempo de cambio (SETUP), hace referencia a los tiempos de la ultima pieza producida de un lote y la primera pieza del siguiente lote. Esta técnica requiere de un método de mejora continua de manera que cualquier empresa que opte por este método debiera realizar esfuerzos para obtener un menor tiempo.	Permitirá la disminución de tiempos en los cambio de formato (SETUP) mejorando la productividad, esta se medira a través de sus dimensiones , tiempo de cambio y utilizacion de la máquina.	Tiempo de cambio de formato	$\% TC = \frac{Tipo\ de\ cambio}{Tiempo\ disponible} \times 100$ <p>Donde: % TC : Tiempo de cambio</p>	RAZÓN
			Utilización de la máquina.	$\% Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ disponible} \times 100$	
PRODUCTIVIDAD	Gutiérrez (2010). Manifiesta que productividad es también el perfeccionamiento continuo del sistema, se obtiene de los resultados logrados y del empleo de recursos usados (p. 21)	La PRODUCTIVIDAD nos enseña a saber aprovechar los recursos para lograr los mejores beneficios, esta se medira a través de la eficacia y la eficiencia.	Eficiencia.	$\frac{Tiempo\ útil\ de\ produccion}{Tiempo\ total\ programado} \times 100$	RAZÓN
			Eficacia.	$\frac{Unidades\ producidas}{Total\ de\ unidades\ programads} \times 100$	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SIMEU	SI	No	SI	No	SI	No	
	Dimension 1: TIEMPO ALTOS DE CAMBIO DE FORMATO							
	$\% TC = \frac{\text{Tiempo de cambio}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$ TC: Tiempo de Cambio.	x		x		x		
	Dimension 2: UTILIZACION DE LA MAQUINA							
	$\% Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	x		x		x		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
	Dimension 1: EFICIENCIA							
	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util de produccion}}{\text{Tiempo total programado}} \times 100$	x		x		x		
	Dimension 2: EFICACIA							
	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Total de unidades programadas}} \times 100$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ **Mg. Lino Rodriguez Alegre** DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ing. Pesquero Tecnólogo Mag. Administración

06 de junio del 2020

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

Firma del Experto Informante.

ANEXO 5



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED							
	Dimensión 1: TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO							
	$\% TC = \frac{\text{Tiempo de cambio}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$ TC: Tiempo de Cambio.	X		X		X		Colocar solo tiempo pues la calificación de alto recién se verá luego de la medición
	Dimensión 2: UTILIZACIÓN DE LA MÁQUINA							
	$\% Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: EFICIENCIA							
	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil de producción}}{\text{Tiempo total programado}} \times 100$	X		X		X		
	Dimensión 2: EFICACIA							
	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Total de unidades programadas}} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Molina Vilchez, Jaime Enrique..... DNI: 06019540

Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497

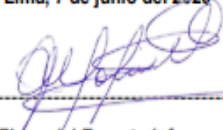
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 7 de junio del 2020


Firma del Experto Informante.

ANEXO 6



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED							
	Dimensión 1: TIEMPO ALTOS DE CAMBIO DE FORMATO							
	$TC = \frac{\text{Tiempo de cambio}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100\%$ TC: Tiempo de Cambio.	X		X		X		
	Dimensión 2: UTILIZACIÓN DE LA MAQUINA							
	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100\%$	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: EFICIENCIA							
	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil de producción}}{\text{Tiempo total programado}} \times 100\%$	X		X		X		
	Dimensión 2: EFICACIA							
	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Total de unidades programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Rafael Díaz Dumont**

DNI: 08698815

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

05 de junio del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PAG)
INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
SINACYT - REGISTRO N° 8984 1987

Firma del Experto Informante

ANEXO 7

Fichas de Lista de Actividades

CONTROL LISTA DE ACTIVIDADES.				
	Orden de trabajo	Fecha de producción	Material	
N°				Check
ETAPA INGRESO DE MATERIALES.				
1	Revisar pedido en el Programa de Producción Pc Topp y seleccionar paños.			
2	Verificar el largo , ancho y calibre de los paños vs la FTP.			
3	Revisar concordancia de los datos de la FTP y N/I.			
4	Verificar que el clissé este conforme a N/I y sin picaduras.			
5	Verificar viscosidad de la tinta con Copa Zhan # 2 (20 a 45 segundos).			
6	Verificar PH de la tinta (8 - 9.5).			
ETAPA CALIBRACIÓN.				
7	Verificar medidas internas de la caja (según FTP +/- 1mm)			
8	Verificar calibre del paño en zona impresa y no impresa.			
9	Verificar caja impresa Vs Nota de Impresión.			
10	Verificar tonalidad de los Colores Vs cartilla GCMI o patron GCCP.			
11	Verificar BCT de las cajas.			
12	Verificar peso de la caja impresa.			
13	Verificar armado de la caja, rayado de aristas y pegado de solapa.			
14	Verificar O/T impreso en la caja.			
ETAPA PROCESO DE FABRICACIÓN.				
15	Verificar cantidad de pedido, cantidad de cajas por paquete.			
16	Verificar la FTP y tipo de despacho (enfilmado, paletizado, empapelado).			
17	Controlar viscosidad y Ph de las tinta con fecuencia de 15 minutos.			
18	Revisar reventamiento interior y pegado de las cajas en flujo continuo.			
19	Revisar uniformidad del cerrado y variación en el registro de corte (4mm Max).			
20	Revisar el registro de impresión (max 1 mm).			
21	Revisar que las cajas estee sin contaminantes físicos .			
22	Rotular el pedido (colocar etiqueta con cantidad por paleta)			
23	Revisar si es pedido exacto o acepta en +/- 10%			
23	Tonificar el pedido para el ingreso al almacén.			

ANEXO 8

Fichas Control de Proceso

CONTROL DE PROCESO.					
Orden de fabricación				Operario.	
Material					
HORA.	Control de tinta/Frecuencia.	COLOR 1	COLOR 2	COLOR 3	COLOR 4
	PH				
	viscosidad/ seg				
	PH				
	viscosidad/ seg				
	PH				
	viscosidad/ seg				
	PH				
	viscosidad/ seg				
	PH				
	viscosidad/ seg				
HORA.	Control de tinta/Frecuencia.	COLOR 1	COLOR 2	COLOR 3	COLOR 4
	Control de Tonalidad cada 2000 cajas.				
	Control variación de impresión y suciedad del polimero, flujo constante.				
	Control de Tonalidad cada 2000 cajas.				
	Control variación de impresión y suciedad del polimero, flujo constante.				
	Control de Tonalidad cada 2000 cajas.				
	Control variación de impresión y suciedad del polimero, flujo constante.				

ANEXO 9

Formato a utilizar para la recolección de datos (Actividades Internas)

EMPRESA CARTONERA		HOJA DE TOMA DE DATOS				
FECHA		TAREA		TOMA DE TIEMPOS		
ANALISTA		PROCESO		CAMBIO DE FORMATO.		
OPERADOR EVALUADO		ÁREA		PRODUCCIÓN		
N°	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS	TIEMPO	TIEMPO DE CORRIDA	TIEMPO DE CORRIDA	O/T	ENCARGADO.
1	Lanzamiento del pedido en la consola.					OPERADOR 1
2	Realizar el ajuste de los parametros de la máquina.					
3	Cerrar el pedido finalizado (notificar en el sistema).					
4	Limpieza del inyector de goma.					
5	Retirar los clichés del pedido anterior.					OPERADOR 1
6	Colocar los clichés del pedido a producir.					
7	Colocar el número de lote en el cliché.					
8	Realizar el ajuste de la flejadora CEMA.					
9	Sacar la tinta usada del sistema de entintado.					AYUDANTE 1
10	Lavar el sistema de entintado.					
11	Colocar la tinta para el pedido a producir.					
12	Medir Viscosidad y PH.					
13	Colocar los paños en el introductor y regular compuertas de vacío.					AYUDANTE 2
14	Lavar los clichés usados y colgarlos en el anaquel.					
15	Ordenar los valdes de tinta usados al anaquel.					
16	Revisar las medidas del paño y calibre.					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $Eficacia = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Total de unidades programadas}} \times 100$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $Eficiencia = \frac{\text{Tiempo útil de producción}}{\text{Tiempo total programado}} \times 100$ </div> </div>						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>Elaborado por:</p> <p>Medina Díaz Emer</p> <p>Oriundo Gamarra José Luis</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Revisado por:</p> <p>Julio Marengo Amador.</p> <p>Jefe de Producción.</p> </div> </div>						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p><u>Firma.</u></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><u>Firma.</u></p> </div> </div>						

ANEXO 10

Formato a utilizar para la recolección de datos (Actividades Externas)

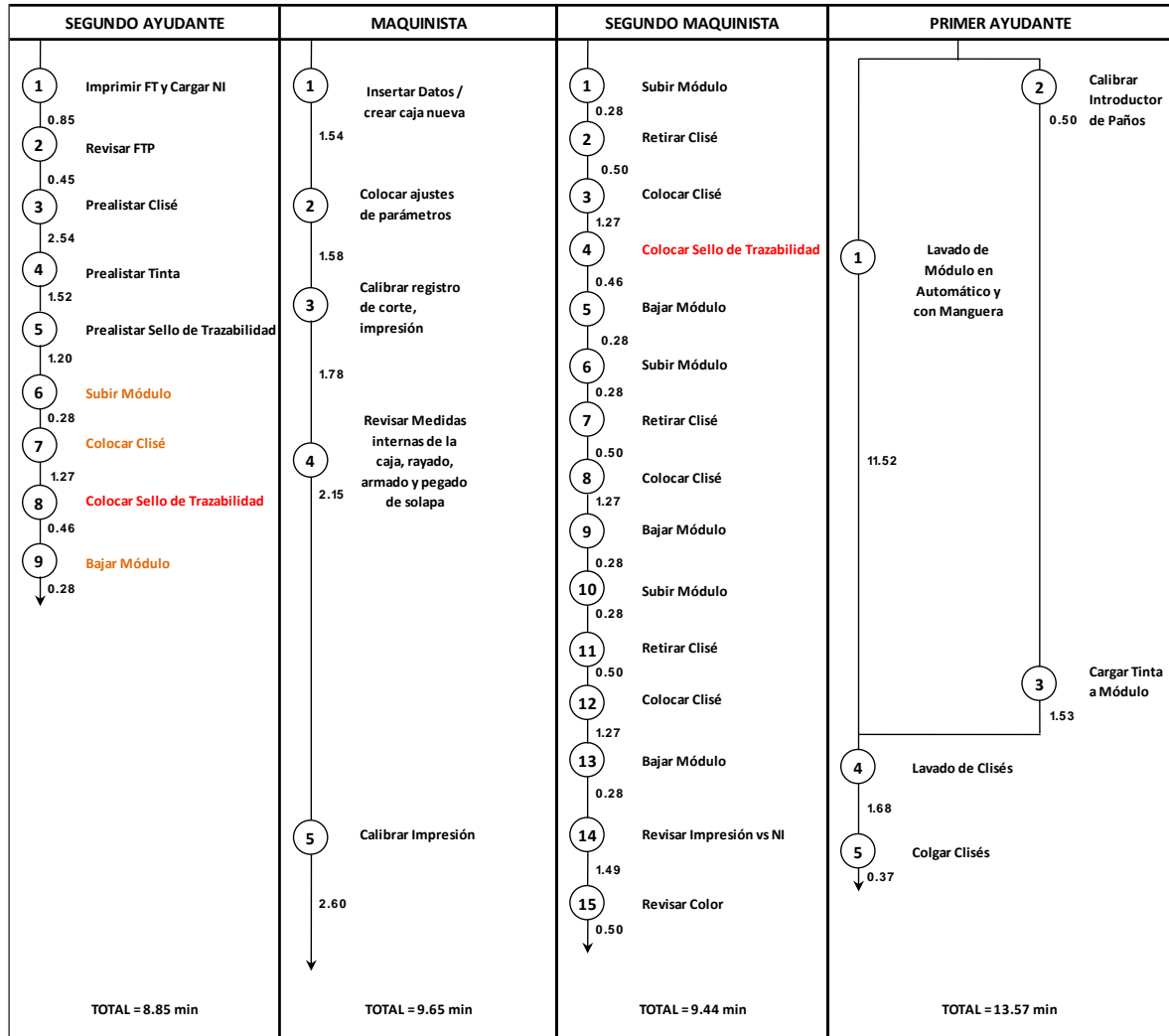
EMPRESA CATONERA		HOJA DE TOMA DE DATOS				
FECHA		TAREA		TOMA DE TIEMPOS		
ANALISTA		PROCESO		CAMBIO DE FORMATO.		
OPERADOR EVALUADO		ÁREA		PRODUCCIÓN		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EXTERNAS	TIEMPO	TIEMPO DE CORRIDA	TIEMPO DE CORRIDA	O/T	ENCARGADO.
1	Calibración del pedido (registro de colores)					OPERADOR 1
2	Revisar medidas de caja según FTP, raya de aristas.					
3	Revisar pegado de cajas .					
4	Revisar tonalidad del color Vs cartilla GCMI o GCCP.					
5	Revisar el armado de caja, sin reventamiento interior.					
6	Revisar caja impresa vs NI.					OPERADOR 1
7	Revisar N° de lote impreso en caja.					
8	Reajustes de la flejadora CEMA.					
9	Medir Viscosidad y PH.					AYUDANTE 1
10	Medir el calibre de la caja (parte impresa)					
11	Realizar BCT de la caja .					
12	Pesar caja impresa.					
13	Prealistar la tinta del siguiente pedido.					AYUDANTE 2
14	Prealistar los clichés del siguiente pedido.					
15	Prealistar el N° lote para el siguiente pedido.					
16	Prealistar los paños del siguiente pedido.					
<div> $\% TC = \frac{\text{Tiempo de cambio}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$ </div> <div> $\% Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$ </div>						
Elaborado por: Medina Díaz Emer Oriundo Gamarra José Luis			Revisado por: Julio Marengo Amador. Jefe de Producción.			
Firma.			Firma.			

ANEXO 11

DOP (DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS)

IMPRESA 7 (MARTIN 618)

4 Colores Situación: (Pedido Anterior de 3 Colores)

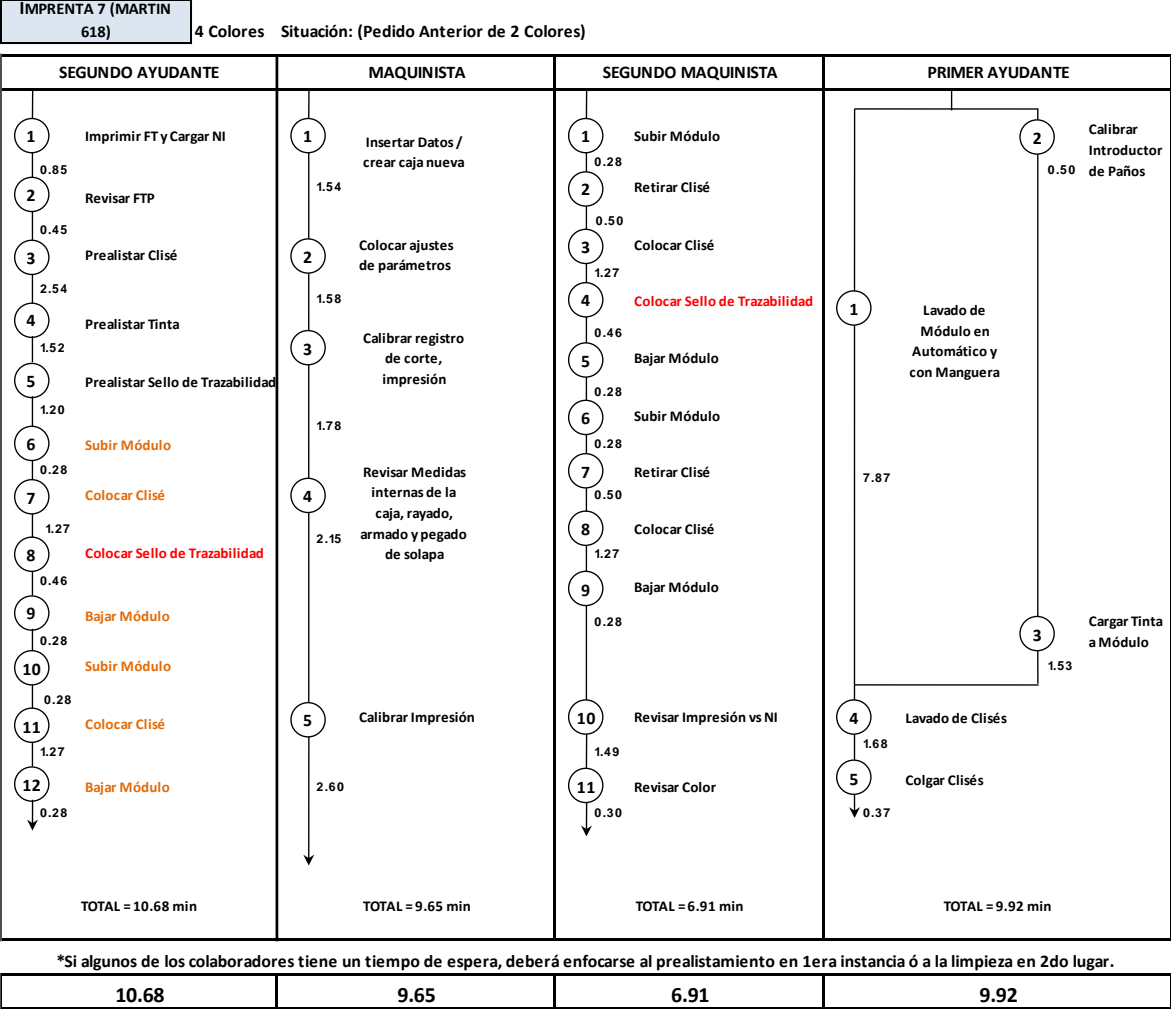


***Si algunos de los colaboradores tiene un tiempo de espera, deberá enfocarse al prelistamiento en 1era instancia ó a la limpieza en 2do lugar.**

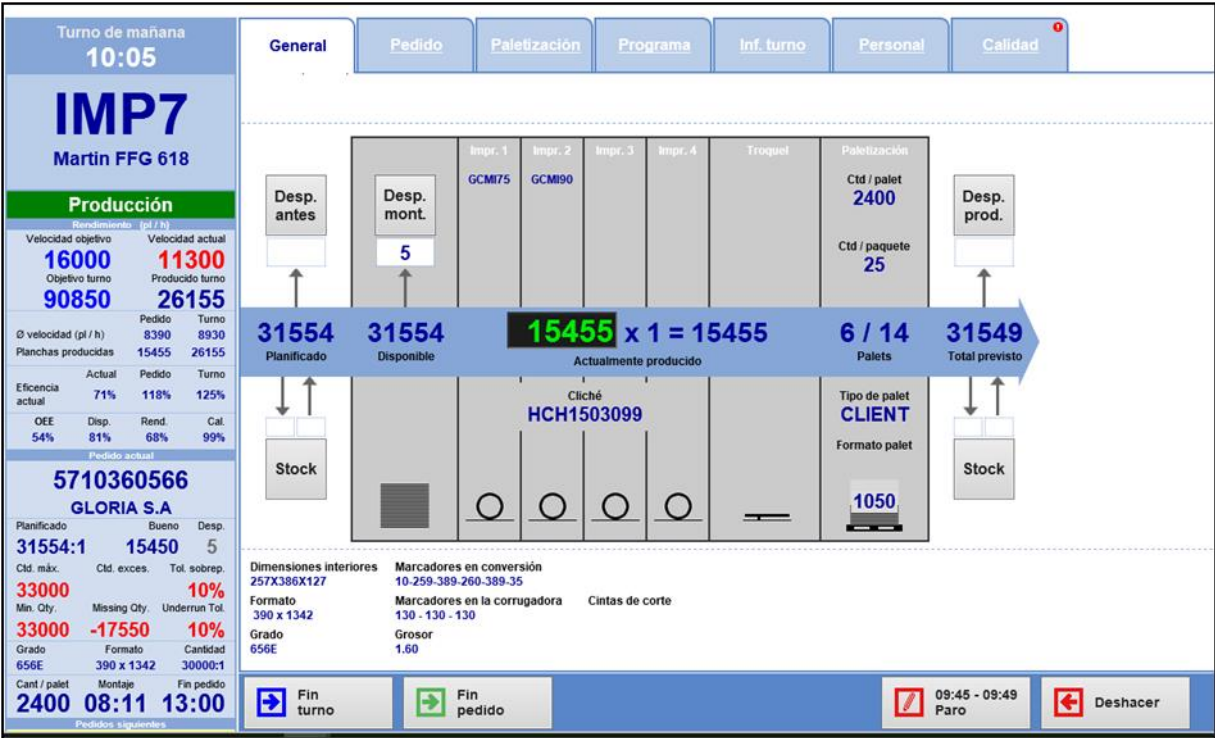
8.85	9.65	9.44	13.57
------	------	------	-------

ANEXO 12

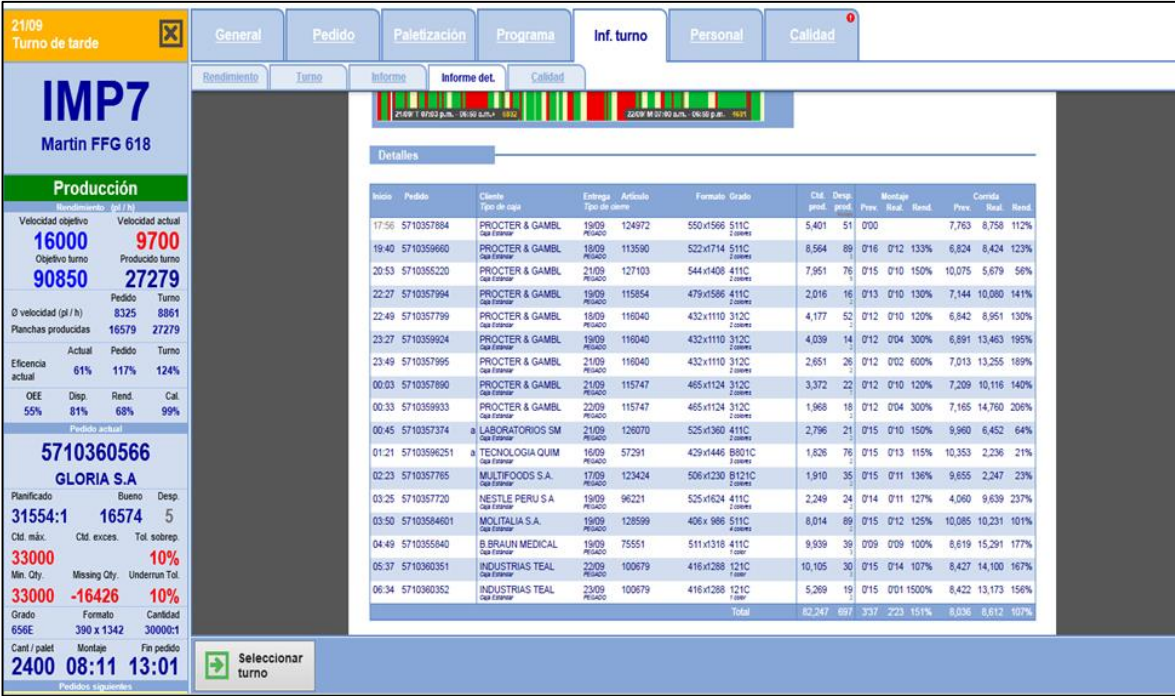
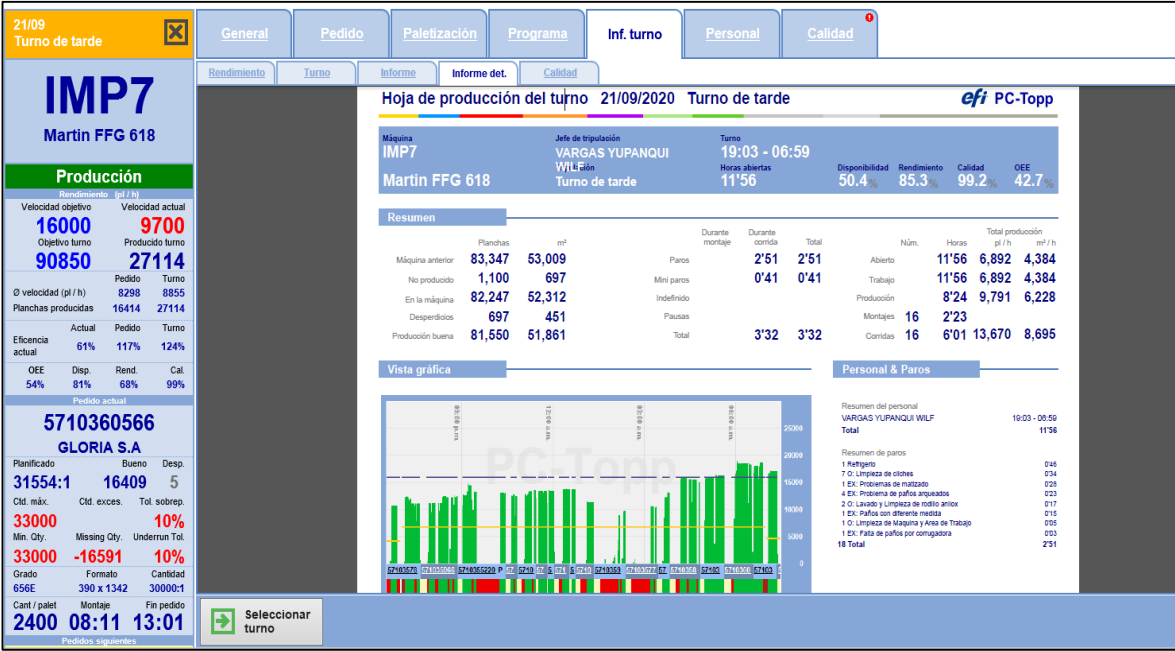
DOP (DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS)




ANEXO 13




ANEXO 14



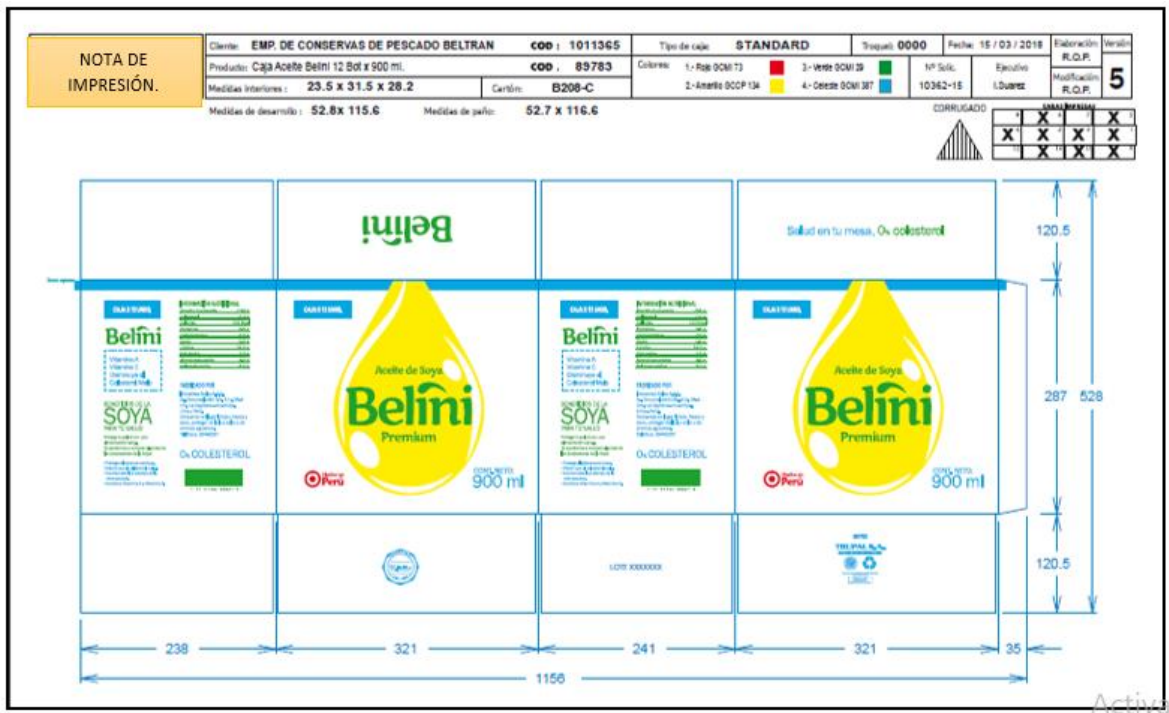
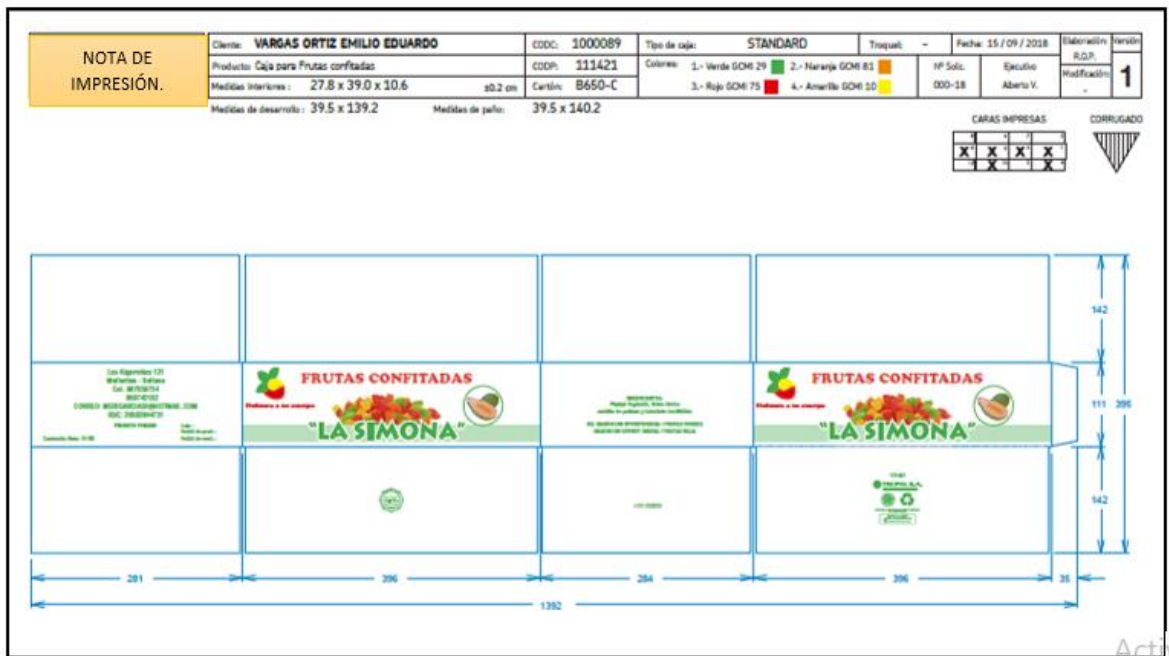
NOTA DE IMPRESIÓN.	Cliente: GLORIA S.A.		COD : 10019079		Tipo de caja: TROQUELADA		Troquel: 5157		Fecha: 30 / 11 / 2015		Extensión: A.G.P.		Versión:	
	Producto: Caja Bonlé Evaporada Modificada 170 x 48 (Neto)		COD : H1503106		Colores: Anso GOSP 24		Anil GOSP 30		Cdr GOSP 30		M° Selic.		Equisite:	
	Medidas interiores: 25,7 x 38,6 x 12,7		Cantón: 650-E		Magenta GOSP 23		Anil GOSP 25		1947-15		C.R.P.		Modificación:	
	Medidas de desarrollo: 39,0 x 133,2		Medidas de paho: 39,0 x 134,2										1	



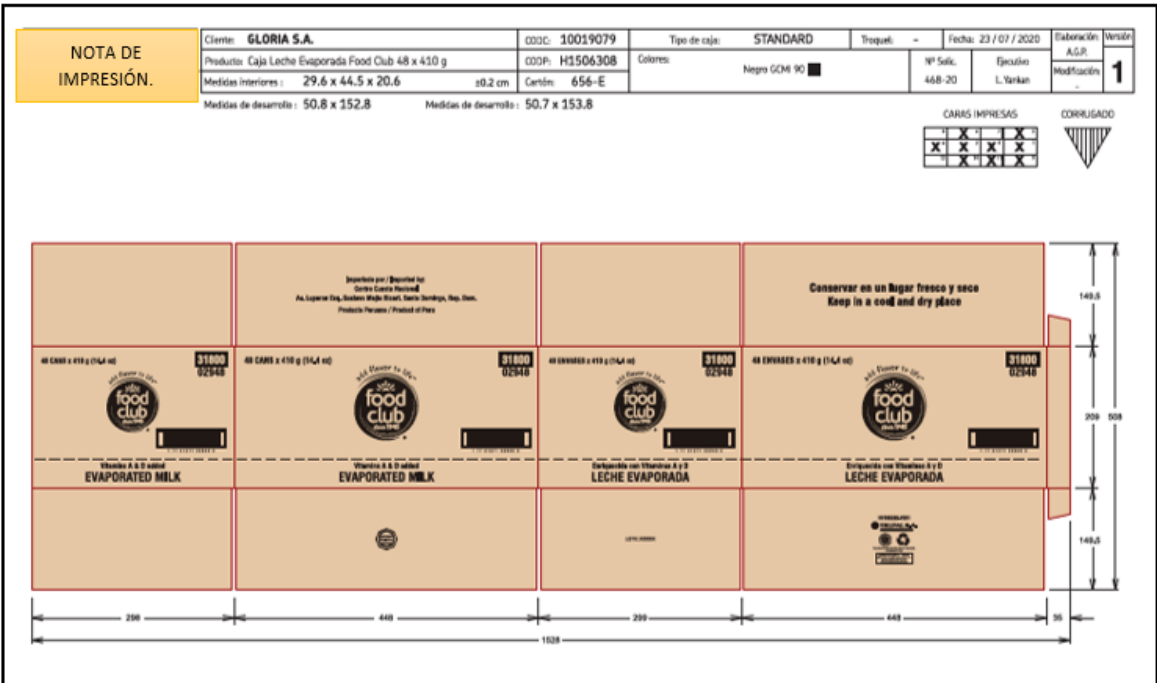
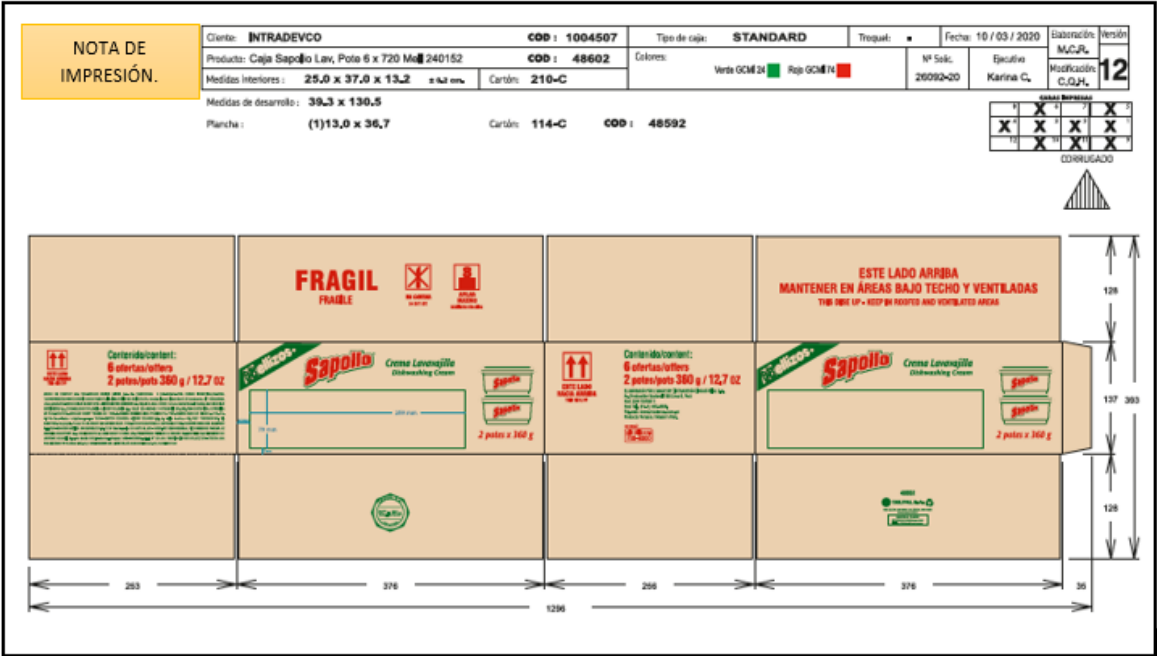
CORRUGADO



ANEXO 16



ANEXO 17



ANEXO 18

Formato FTP (ficha técnica de producción)

Ficha técnica de pedido										efi PC-Topp			
Número de pedido 5710341639			Cliente FOSFORERA PERUANA S.A.				Fecha de entrega 12/06/20						
Número del material 127745	N° cliente S900000590	Descripción del material CAJA FOSFOROS LA LLA MA PROMOCION		Tipo de caja Caja Estándar		Cantidad pedido 7,100							
Drawback No	Orden de compra 4300041916			Tipo de cierre PEGADO		Mín. Tza. Máx. 10 10							
Notas MT01: UBIC 10-5; 11-4		Secciones Cortes		Lengüeta LENGUETA INTERNA									
Planificación													
Prioridad MUY URGENTE	Estado de planificación OK	Estado de ventas OK	Convertido PRIORIDAD ENTREGA 22.06		Rutas alternativas								
Conversión													
Máquina		En producción		Pedido actual		Datos de historial artículo							
				Montaje Veloc.		Montaje Veloc.							
2A	MARQUIP - Corrugadora	7414 : 1	19/06 16:27 - 15:58										
IMP7	Martin FFG 618	7414 : 1	23/06 06:00 - 06:59	0'15 10110									
EMB	EMBARQUE	7414 : 1	23/06										
						Pasa a maq detector metálico? NO							
Corrugadora													
Grado 312C	Formato 557 x 1494	Marcadores en la corrugadora 141-275-141		Cinta de corte									
Dimensiones interiores 277X437X270		Marcadores en conversión 10-280-443-283-443-35		Instrucciones SIN PARAFINADO									
Impresión													
Código HC127745	IMP7 Martin FFG 618		Disponibilidad Disponible		Certificado calidad SI		Pie imprenta No						
Núm. de colores 4	Colores NEG GCM190	ROJ GCM175	CEL GCM387	AMA GCM113									
Troquel													
Troquel		Disponibilidad											
Paletización													
Cantidad / palet	Núm. palets	Paquetes en base		Zuncho por palet		Pedidos enlazados							
Cantidad / paquete 25	Presentación de palet	Paletización		Atusa en paquetes									
Zunchos por paquete 2 Zunchos	Dirección de zunchos Por defect	Presentación de paquete Ninguno		Dirección del paquete									
Historial pedido													
Pedido	Fecha ent.	Pedido	Año	Núm.	Pedido	Fecha modif.	Fecha ent.	Pedido	Ctd / palet	Paletización	Stockeado por Ventas	Plan.	Otros datos
5718342642	17/07/20	7,500				08/06 14:45	26/06	7100					
5718341639	12/06/20	7,100				08/06 14:54	22/06						
						08/06 15:18	12/06						

ANEXO 19

Nota de Impresión aprobada por el cliente

(NI) ARTE APROBADO POR EL CLIENTE.	Ciente: FOSFORERA PERUANA	CODC: S900000590	Tipo de caja: STANDARD	Troquel: -	Fecha: 26/05/2020	Elaboración	Versión
	Producto: CAJA FOSFOROS LA LLAMA PROMOCION	CODP: 127745	Colores: Rjo GCM 75 ■ Celeste GCM 387 ■		N° Solc.	Ejecutivo	F.O.
	Medidas interiores : 27.7 X 43.7 X 27.0	±0.2 cm	Cartón: 312-C	Amarillo GCM 13 ■ Negro GCM 90 ■	D.E.	Modificación	1
	Medidas de desarrollo : 55.8 x 148.4		Medidas de Paño: 55.7 x 149.4				

CARAS IMPRESAS

	X		X
X	X	X	X

CORRUGADO

The diagram shows a box layout with the following dimensions and features:

- Top Flaps:**
 - Left: 280
 - Middle: 443
 - Right: 283
 - Far Right: 443
 - Total Width: 1484
- Side Flaps:**
 - Top: 141.5
 - Middle: 275
 - Bottom: 141.5
 - Total Height: 558
- Graphics and Text:**
 - Top Flaps:** "MANIPULE CON CUIDADO" (left), "EVITE GOLPES O IMPACTOS" (right).
 - Side Flaps:** "PROMOCION" (red banner), "MÁS FLAMA" (flame logo), "AGUANTAN + HUMEDAD" (blue banner), "ALMACÉNESE EN LUGAR SECO", "CONTIENE 1000 CAJAS DE 40 FOSFOROS DE SEGURIDAD", and "Perú" logo.
 - Central Panel:** Features a llama illustration and the text "La Llama".